ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUIN 1934.

PRÉSIDENCE DE M. P.-A. DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Allantoïne dextrogyre. Sa présence dans le règne végétal* (Platanus orientalis). Note de MM. **R. Fosse**, **P.-E. Thomas** et **P. de Graeve**.

L'allantoïne, connue avant nos recherches sous une seule forme optiquement inactive, prétendue indédoublable, est en réalité un composé racémique comme l'exige d'ailleurs sa formule dissymétrique [1].

L'isomère lévogyre, très soluble et facilement racémisable, se forme, ainsi que nous l'avons démontré, à côté d'acide allantoïque, au cours de la fermentation de l'allantoïne sous l'influence de l'allantoïnase.

Par suite de sa plus grande vitesse d'hydratation fermentaire, l'isomère dextrogyre disparaît plus vite que le lévogyre, ce qui permet d'isoler ce dernier :

$$(x+y).\begin{array}{c} NH\text{—}CH\text{—}NH \\ | \qquad\quad | \qquad\quad | \\ CO \qquad\quad | \qquad CO \\ | \qquad\quad | \qquad\quad | \\ NH^2 \quad CO\text{—}NH \end{array} \xrightarrow[+y\,H^2O]{\text{Allantoïnase}} x.\begin{array}{c} NH\text{—}CH\text{—}NH \\ | \qquad\quad | \qquad\quad | \\ CO \qquad\quad | \qquad CO \\ | \qquad\quad | \qquad\quad | \\ NH^2 \quad CO\text{—}NH \end{array} + y.\begin{array}{c} NH\text{—}CH\text{—}NH \\ | \qquad\quad | \qquad\quad | \\ CO \qquad\quad | \qquad CO \\ | \qquad\quad | \qquad\quad | \\ NH^2 \quad COOH \quad NH^2 \end{array}$$

Allantoïne $(d+l)$. — Allantoïne l. — Acide allantoïque.

1. Pour compléter et contrôler ces résultats, il était nécessaire d'obtenir l'allantoïne dextrogyre inconnue. En 1881, E. Schultz et J. Barbieri [2]

---

[1] R. Fosse, P.-E. Thomas et P. de Graeve, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 689 et 1374.

[2] *Berichte der deutsch. Chem. Gesells.*, 14, 1881, p. 1602.

ont retiré, des jeunes pousses de platane, à côté de l'asparagine, l'allantoïne, découverte en 1799 par Vauquelin et Buniva [1] dans le liquide amniotique de la vache.

Schultz et Barbieri réalisent la séparation des deux principes par les opérations suivantes : *chauffage* avec l'oxyde de cuivre des extraits obtenus en traitant par l'eau chaude les jeunes pousses de platane, *préalablement desséchées ;* élimination de l'asparagine cuivrique par filtration ; *évaporation* des eaux mères et cristallisation du résidu dans l'eau, *à chaud*.

Puisque l'allantoïne lévogyre se racémise sous l'influence de la chaleur, la technique suivie par ces savants ne permet pas d'isoler l'allantoïne active si elle existe dans la plante.

En soumettant les feuilles de platane à la méthode d'isolement qui nous a déjà donné l'allantoïne lévogyre ($\alpha_D = -92°$), nous avons obtenu son isomère dextrogyre ($\alpha_D = +92°$), but de nos recherches.

Ainsi ont été découverts à la fois : une substance chimique nouvelle et un nouveau principe naturel des végétaux.

2. *Démonstration de la présence d'allantoïne dextrogyre dans les feuilles de* Platanus orientalis. — Broyer le végétal (poids 1000^g, époque de la récolte, 10 mai 1934) ; soumettre le produit à la presse hydraulique après mélange avec son demi-poids d'eau ; déféquer le suc par l'acétate basique de plomb ; centrifuger aussitôt et précipiter le plomb par H^2S ; chasser H^2S par courant d'air et précipiter la liqueur par le réactif acétate de mercure-sodium de Wiechowski ; centrifuger, laver, délayer le dépôt mercurique dans l'eau (30^{cm^3}) ; le décomposer par H^2S ; éliminer HgS et chasser H^2S par courant d'air ; examiner la liqueur au polarimètre.

Rotation observée : $+30'$ environ (tube de $2^{dm},2$). La liqueur alcalinisée et abandonnée à la température ordinaire perd peu à peu son pouvoir rotatoire ; après acétification légère, elle laisse déposer des cristaux d'allantoïne racémique.

3. *Isolement de l'allantoïne dextrogyre.* — Broyer 10^{kg} de feuilles ; délayer le produit dans 5^l d'eau ; exprimer à la presse ; déféquer le suc par 15 pour 100 de son volume d'acétate basique de plomb en réduisant le plus possible la durée de contact avec ce réactif ; précipiter aussitôt par H^2S la liqueur centrifugée ; chasser H^2S par courant d'air et précipiter par le réactif de Wiechowski ; centrifuger, laver, délayer le dépôt mercurique dans l'eau (300^{cm^3}) ; le décomposer par H^2S ; séparer HgS par

---

(1) *Ann. Chim.*, 1re série, **33**, 1800, p. 1602.

centrifugation; chasser H^2S et filtrer; provoquer une nouvelle précipitation par le réactif de Wiechowski; laver et décomposer le dépôt par H^2S; éliminer HgS par centrifugation et l'excès de H^2S par courant d'air; acétifier la liqueur et l'évaporer à sec dans le vide.

Cristallisation de l'allantoïne dextrogyre. — Épuiser le résidu avec de l'eau légèrement acétique au bain d'eau réglé à 40°; séparer le dépôt moins soluble d'allantoïne racémique; laisser cristalliser la liqueur dans la glace; après plusieurs cristallisations semblables, faire cristalliser une dernière fois dans l'eau pure.

4. *Pouvoir rotatoire spécifique en solution aqueuse à 20°* :

Trouvé : $\alpha_D = +92°$; matière, $0^g,1755$; volume, 20^{cm^3}; longueur du tube, $2^{dm},2$; α lu $= +1°47'$.

5. *Forme cristalline.* — M. P. Gaubert a examiné nos cristaux. Les trois formes d'allantoïne, dextrogyre, lévogyre et racémique se présentent, suivant les conditions de la cristallisation, soit en longues aiguilles groupées, soit en prismes courts isolés. Les uns et les autres appartiennent au système monoclinique.

6. *Action de l'isomère droit sur l'isomère gauche.* — Le mélange à volumes égaux des solutions légèrement acétiques des deux isomères (1,5 pour 100) se trouble et abandonne des cristaux d'allantoïne racémique.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le problème des Rouilles du Blé et les montagnes.* Note de M. J. **Costantin**.

Les comptes rendus du *Congrès de la défense sanitaire des Végétaux* tenu à Paris du 24 au 26 janvier 1934 renferment une bonne mise au point du problème des Rouilles des Céréales par M. Guyot, professeur à Grignon; il n'a pas eu connaissance d'une Note un peu antérieure publiée par moi le 8 janvier 1934, de sorte que les importants travaux agricoles de M. H. K. Burton y sont omis; ils sont cependant en harmonie avec ceux de M. Mehta dans l'Inde qu'il mentionne.

On sait depuis Tulasne et de Bary que la Rouille noire (*Puccinia graminis*) [1] donne sur l'Épine-Vinette des écidiospores et sur le Blé des urédospores puis des téleutospores. On a cru autrefois que ces deux hôtes

[1] Je ne parle pas ici de la Rouille brune (*P. triticina* ecidies sur *Thalictrum*), ni de la Rouille jaune (*P. glumarum* qui n'a pas de deuxième hôte).

étaient nécessaires au Champignon; on a prouvé aujourd'hui qu'il n'en est rien et que le *Berberis vulgaris* peut manquer sans que la Rouille du Blé disparaisse.

Le stade uredo peut se maintenir pendant l'hiver dans les pays à climat peu rigoureux où la moyenne du mois le plus froid oscille entre + 5° et + 15°. On peut le trouver depuis la fin d'octobre jusqu'en mars soit sur les repousses de certains Blés cultivés, soit sur les graminées sauvages (*Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*). Aussi quand les feuilles du Blé de printemps pointent hors du sol, sont-elles contaminées par ces urédospores persistantes ou par celles nouvellement formées aux dépens du mycélium urédosporifère qui subsiste dans les *plantes-refuges*. La température optimale pour la germination des urédospores varie entre + 9 et + 13°; la durée de la conservation de leur vitalité est de 120 à 128 jours (Reader et Bever).

Cela ne veut pas dire que les écidiospores développées sur l'Épine-Vinette ne contribuent pas parfois sérieusement à la propagation de la maladie sur le Blé : on va le voir, c'est un stade très critique.

Comment se comporte le Blé dans les hautes latitudes et les hautes altitudes?

Les Rouilles sont *rares dans le Nord* de l'Europe (Angleterre, Écosse, Pays de Galles, Danemark). En Suède, la Rouille est *pratiquement inconnue* dans les districts du Nord et de l'Ouest.

D'autre part, on sait depuis longtemps (Schrœter, 1906; Ivanof, 1907) que le *climat alpin* exerce une influence sur les Urédinées parce qu'il tend à raccourcir leur développement en réduisant les générations successives d'urédospores. Les grands froids tuent les urédospores (unicellulaires et orangées); mais les téleutospores (spores d'hiver, noires et bicellulaires) restent vivantes sous la neige en haute altitude, aussi au printemps sont-elles encore aptes à germer et à contaminer les Épines-Vinettes s'il y en a dans les montagnes, ce qui n'est d'ailleurs pas rare. S'il n'y en avait pas, théoriquement, il ne devrait plus y avoir de Rouille : le froid alpestre stériliserait la contrée et le Blé vis-à-vis du Champignon.

Pratiquement dans les montagnes françaises il arrive parfois que les Céréales alpestres, notamment les Seigles dans le Briançonnais sont sévéremment attaqués en montagne, au cours d'années où la Rouille noire est insignifiante sur l'ensemble du territoire français [1]. On explique cette anomalie par l'abondance de l'Épine-Vinette dans la région montagnarde. C'est probablement pour cela que dans nos cultures de Blé

---

[1] Guyot, *Cong. Déf. sanit. des végétaux*, 1, 24-26 janvier 1934, p. 182; 2, p. 141 (*Ligue nationale de lutte contre les Ennemis des végétaux*).

de 1932 des Hautes-Alpes (canton de La Grave, en connexion avec le Briançonnais) ont été fortement rouillées; elles ont eu cependant une allure superbe.

Je sais qu'on a obtenu de magnifiques cultures d'Orge dans les Pyrénées, en 1933, à plus de 2000^{m} d'altitude.

Je crois qu'il serait erroné de déduire des constatations précédentes que le climat montagnard n'agit pas sur les Rouilles.

Dans les climats méridionaux, les fortes chaleurs estivales mettent obstacle à la propagation des Rouilles parce que les urédospores n'y peuvent plus germer, mais la Rouille existe à l'état latent. Cette remarque faite et en admettant l'influence montagnarde, on a la clé des trois faits suivants :

1° *En Grèce*, M. Stakman a expliqué l'absence de Rouille dans la plaine de l'Attique par l'action des chaleurs estivales : la Rouille existait mais sans s'étendre. Sur les montagnes bordant cette plaine, il a constaté, au contraire, que la maladie sévissait avec intensité. L'épidémie manquait donc en plaine (en apparence) et était intense en montagne, ce qui paraît contradictoire avec une action heureuse de l'altitude. En réalité, il y avait des milliers de buissons de *Berberis cretica* (remplaçant le *Berberis vulgaris*) sur les hauteurs et ils hébergaient les écidies propageant la maladie.

En Italie, la Rouille noire (*P. graminis*) est presque inexistante dans le Sud par les chaleurs d'été, tandis qu'elle détermine de gros dégâts dans les régions montagneuses du Nord, où les Épines-Vinettes abondent.

C'est donc surtout dans les montagnes qu'il faut détruire l'Épine-Vinette.

Dans l'Inde, M. Mehta (1931) a signalé que le *P. graminis* ne résiste pas aux hivers rigoureux à une *forte altitude* de 7600 pieds (à Muktesar, 2280^{m}). L'été les urédospores ne germent plus dans les régions de plaine voisines, où la température est trop forte.

Au contraire, aux *altitudes moyennes* de 5000 pieds (Almora, 1500^{m}), les vents tièdes et humides permettent la survivance des urédospores et la contamination a lieu par les basses vallées. Peuvent-elles contaminer les parties plus élevées? Il semble que non.

Je crois que tous les faits qui viennent d'être énumérés conduisent à penser que l'on pourrait sans doute arriver, après l'élimination stricte de tous les pieds de *Berberis vulgaris* des montagnes, à avoir, dans les prairies alpines, des cultures qui, comme celles de la Suède du Nord, seraient pratiquement sans Rouille.

Ce qui me fait penser qu'un pareil résultat peut être atteint, c'est qu'il a déjà été réalisé dans des expériences agricoles en grand poursuivies au Kenya, colonie anglaise d'Afrique, par M. Burton (H. K.) depuis 1926-1928. Il affirme être arrivé à avoir des champs entiers de Blé de la variété *Equator* présentant *une parfaite immunité vis-à-vis du Puccinia graminis*,

mais seulement à des altitudes supérieures à 2100m (1). Ce que M. Mehta (1931) a observé dans l'Inde s'accorde avec les résultats du Kenya.

Il serait important de réaliser en France des essais analogues et il ne paraît pas chimérique d'y songer; mais il faudrait, au préalable, détruire les Épines-Vinettes notamment celles du Briançonnais qui est la région où se font nos expériences dans les Hautes-Alpes (Villard d'Arène, La Grave, etc.). Est-ce impossible ? Je ne le pense pas.

Je crois que c'est en haute altitude et non en plaine que la sélection au point de vue de la Rouille doit être entreprise. Le climat alpestre favorisera peut-être (je vais dire pourquoi j'ai cette opinion) le développement de la résistance même, chez les types qui pourraient être sans Rouille.

Ce qui me fait penser que la culture en montagne conduira à la découverte de variétés résistantes, c'est ce qu'apprend la culture du Caféier, plante qui a aussi à lutter contre une Rouille très redoutable, l'*Hemileia vastatrix* (2).

En accord avec ce qu'il vient d'être exposé, on sait que c'est à une certaine altitude que la culture du *Coffea arabica* réussit le mieux; les basses altitudes conduisent à des déceptions et c'est à cause du développement d'une Rouille spéciale, l'*Hemileia vastatrix*, distincte des Puccinies (d'après ce qu'on sait à Ceylan, Java, Indes, etc.).

Les expériences de Dowson (1921) sur le nandi (*Coffea eugenioides*) au Kenya ont prouvé que l'influence de la résistance de cet arbre vis-à-vis du parasite (*Hemileia vastatrix*) croît avec l'altitude.

En résumé : L'altitude peut servir à combattre les diverses Rouilles soit du Blé (*Puccinia*) probablement, soit du Caféier (*Hemileia*) certainement; il est vraisemblable que c'est là un résultat assez général contre les Urédinées et peut-être contre d'autres Champignons, sans doute aussi contre beaucoup de parasites (Bactéries, virus).

Il est à désirer que l'on parvienne à faire détruire les Épines-Vinettes au moins dans les régions montagnardes (Briançonnais) où des expériences sont entreprises sur la culture de Blé en montagne.

Si l'on parvenait à constater, après la destruction des *Berberis* que la Rouille devient pratiquement inexistante comme en Suède, ce résultat

---

(1) J'ai parlé antérieurement de ces expériences (*Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 131.

(2) J'ai exposé ces faits en 1930 dans un travail intitulé : *Influence de l'altitude en pathologie végétale* (*Rev. de Bot. appl. et d'Agric. trop.*, **10**, 1930, n° **111**, p. 851).

serait une preuve décisive que la Rouille montagnarde vient exclusivement de la survivance des teleutospores au printemps.

On aurait ainsi une technique pour avoir des cultures sans Rouille en montagne : ce qu'a fait M. Burton au Kenya montre qu'on peut réussir. Il indique, en outre, une technique moins parfaite pour les altitudes moyennes et basses ([1]). Le problème est extrêmement complexe.

Il semble néanmoins qu'une voie nouvelle s'ouvre pour lutter contre le plus grand fléau de l'Agriculture.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur le traitement de l'air en vue d'en retirer comme produits essentiels le krypton et le xénon, et sur l'application de ces gaz aux lampes à incandescence.* Note de M. **Georges Claude**.

J'ai la satisfaction d'annoncer à l'Académie l'aboutissement prochain, grâce à mes collaborateurs, d'idées longtemps exprimées et poursuivies par moi, touchant la possibilité de substituer le krypton et le xénon à l'argon dans les lampes à incandescence.

Pour arriver à ce résultat, deux ordres de travaux ont dû être poursuivis depuis de longues années : d'une part, il a fallu mettre au point peu à peu des procédés capables de produire ces gaz en quantité suffisante, malgré leur extrême rareté dans l'air, seule source actuellement utilisable ; d'autre part, on a dû déterminer les conditions convenables pour la meilleure utilisation de ces gaz dans les lampes à incandescence.

Sur le premier point, mes travaux personnels, attristés en 1926 par la mort de mon jeune collaborateur Ribaud, ont été poursuivis dans la voie que je m'étais tracée dès 1907 et qui a tout d'abord abouti à l'extraction du néon et de l'hélium. Cette voie tendait, comme on le sait, à obtenir ces corps comme simples sous-produits de l'industrie de l'oxygène et de l'azote. Après de nombreux échecs dus à des anomalies de vaporisation du krypton et du xénon liquides, j'ai dit ([2]) comment, aidé par les travaux de M. Lepape, j'ai pu arriver à extraire couramment de nos appareils 30 à 40 pour 100 du krypton et du xénon de l'air traité.

Avec des appareils à oxygène comme ceux de nos usines de Boulogne,

---

([1]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 132.
([2]) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 581.

traitant 3000$^{m^3}$ d'air par heure, c'est la possibilité de retirer de chacun 20 à 30^l de krypton et 3 ou 4^l de xénon par jour. Depuis lors, les appareils ont été améliorés : on peut compter sur des rendements de 50 à 60 pour 100.

Ces résultats faisaient déjà entrevoir la possibilité d'un commencement de réalisation pour une suggestion formulée pour la première fois en 1918 à la *Société des Ingénieurs civils* (*Comptes rendus de la Société des Ingénieurs civils*, 1918, p. 68).

« Si l'argon, avais-je dit, doit sa supériorité dans les lampes à incandescence à sa densité, de combien doit-il être distancé par ces autres gaz énigmatiques de l'air, ce krypton, deux fois plus dense que l'argon, et cet invraisemblable xénon qui, lui, est une fois et demie plus dense que le krypton, et à quels rendements prestigieux ne pourrait-on atteindre avec eux, si leur proportion infinitésimale dans l'air ne laissait guère d'espoir d'en fabriquer jamais de suffisantes quantités.... »

Revenant sur ce sujet dans une Conférence à la Sorbonne sur la *Recherche scientifique* (¹), je m'exprimais ainsi :

« ... On sait qu'au lieu de s'évertuer à faire dans les lampes à incandescence le *vide* le plus parfait possible, on les remplit maintenant d'argon : en retardant ainsi la volatilisation du filament, on peut le pousser à une température où l'augmentation énorme du rendement lumineux compense, et bien au delà, une perte par conductibilité remarquablement faible, que l'argon semble devoir à la grosseur de ses molécules. Aussi court-il le risque d'être un jour détrôné, sinon par le xénon, trois fois plus dense (²) mais déplorablement rare, *sauf la réserve ci-dessus*, du moins par le krypton, encore deux fois plus dense et autre sous-produit possible de l'air liquide. »

Cette fois, on le voit, la possibilité pratique d'employer le krypton est nettement admise, et je n'élimine le xénon pour cause de rareté, que sous bénéfice d'une réserve formulée à la page précédente et qui est la suivante :

« Remarquons que la rareté *actuelle* d'un corps n'est pas une raison suffisante pour abandonner une conception rationnelle permise par ce corps. Un corps, généralement, n'est rare que tant qu'il ne sert à rien. Le besoin démontré, l'organe suit. Le thorium et le cérium étaient des corps rares par excellence : une des anomalies les plus étonnantes de la matière, l'aptitude merveilleuse à l'incandescence du mélange de thorine avec 1 pour 100 de cérine est découverte par Auer : bientôt, les sables monazités les fourniront à profusion. Ainsi du vanadium, du tungstène, du molybdène, réclamés par la métallurgie; ainsi de l'argon et du néon, tirés de l'air liquide; ainsi de l'hélium, tiré des gaz naturels des États-Unis dès que les besoins de l'aéronautique en montrent l'intérêt. »

(¹) 10 octobre 1921.

(²) J'avais dit par erreur six fois : c'était par rapport à l'air.

Ainsi l'emploi du xénon m'apparaît toujours improbable en raison de son extrême rareté, mais je fais la réserve d'une de ces surprises, toujours possibles du fait des innombrables ressources de la science.

Or cette voie prudente s'est trouvée récemment justifiée d'une manière remarquable, grâce à cet état d'esprit conservé avec ténacité et transmis à mes collaborateurs. Non seulement le krypton sera désormais accessible dans des conditions économiques qui rendront possible son emploi dans la fabrication des lampes à incandescence, mais le xénon pourra participer à cette application dans une mesure qui rendra décisive l'amélioration obtenue.

C'est une idée très hardie de M. Gomonet qui l'a rendue possible. Tout le xénon et tout le krypton qu'on pourrait obtenir *comme sous-produits de l'industrie de l'oxygène* et de l'azote sont à peu près inexistants devant l'application possible aux lampes à incandescence : le principe qui m'avait guidé doit donc être abandonné. Il faut traiter d'énormes quantités d'air *spécialement* pour en tirer le millionième de krypton et le dix-millionième de xénon qu'il renferme !

Or, considérant les grands progrès que l'industrie de l'air liquide a réalisés par le perfectionnement des dispositifs de rectification ([1]) et par l'emploi de ces régénérateurs si habilement conçus et réalisés par Frankl ([2]), M. Gomonet a envisagé d'amener l'air traité pour ce but, apparemment si mince, jusqu'à la température de l'air liquide. Son procédé consiste, en gros, à laver des volumes d'air considérables, amenés exactement à la température nécessaire et dans des conditions convenables, par de toutes petites quantités d'air liquide, 3 à 5 pour 100 de la masse d'air gazeux à laver. Le krypton et le xénon, très peu volatils, sont retenus.

Des essais déjà effectués sur un petit appareil traitant 800$^{m^3}$ d'air à l'heure ont permis de recueillir plus des 2/3 du krypton et du xénon. On peut envisager comme prochaine la réalisation d'appareils traitant 100 ou 200 000$^{m^3}$ d'air *à l'heure*, et je reviendrai ultérieurement sur cette question.

Reste à utiliser ces gaz.

Les premiers essais d'application aux lampes remontent à ma première réalisation de la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions, aux fours à coke des mines de Béthune. C'est à cette occasion que j'ai suggéré à

([1]) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1194.

([2]) *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 919.

la Société des Applications électriques d'Arras, filiale des mines de Béthune, d'entreprendre des essais en remplissant des lampes de mines de sa fabrication à l'aide du krypton qu'à cette époque, M. Lepape était déjà en mesure de fabriquer en petites quantités par l'élégant procédé qu'il a imaginé.

Ces essais furent mis en route de suite.

Le 11 juin 1923, le directeur de cette Société m'écrivait à ce propos :

« Nous avons fait de nouveaux essais sur deux ampoules au krypton. L'une n'a rien donné de bien saillant, l'autre a confirmé les résultats de la semaine précédente, c'est-à-dire survoltage 100 pour 100 et durée de plusieurs heures sans échauffement appréciable, tandis que les ampoules identiques à vide, azote ou argon, survoltées dans les mêmes conditions, n'ont duré que quelques secondes. »

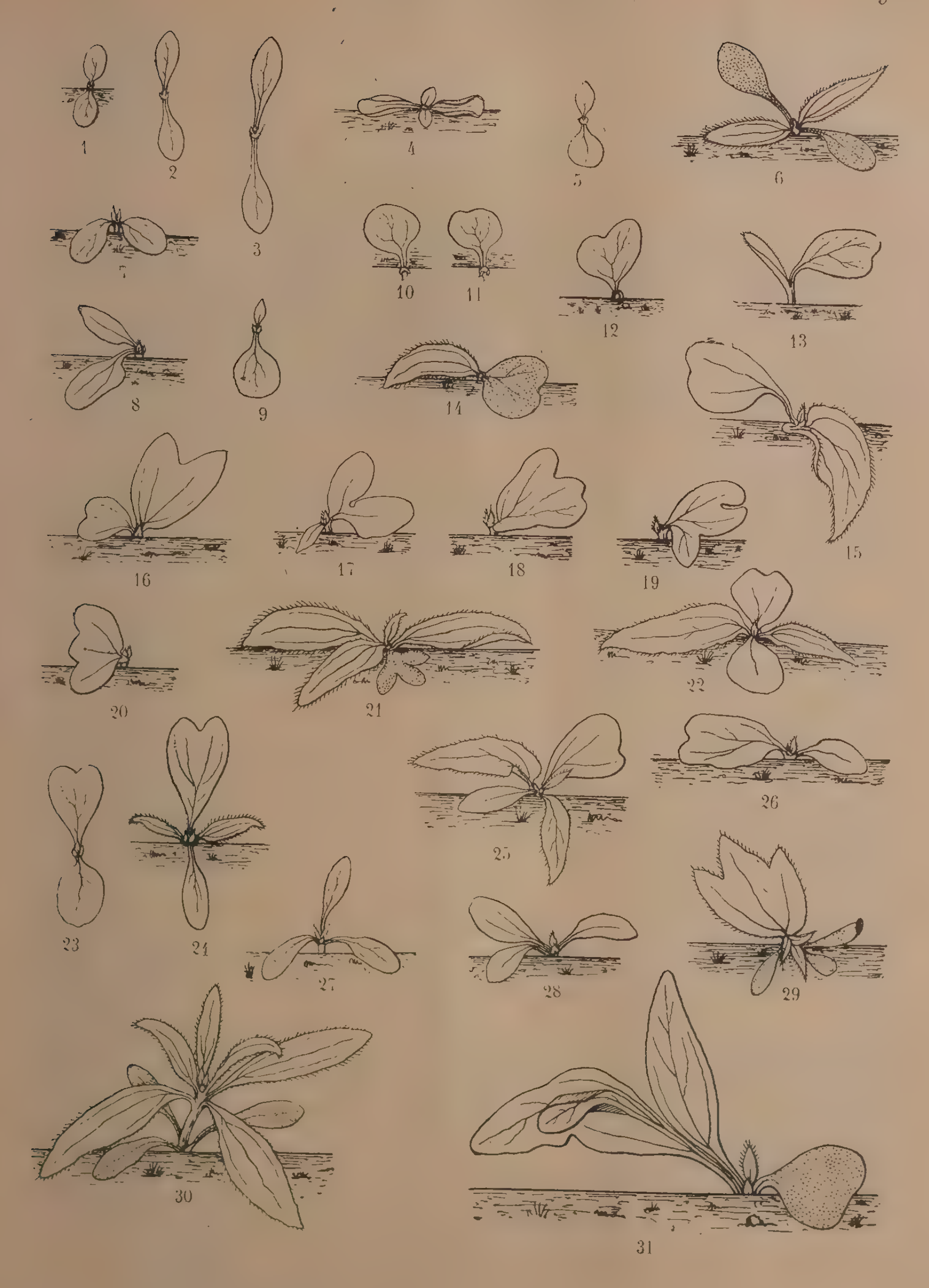
Cette lettre montre que, dès cette epoque, cette question avait été nettement posée par moi sur le terrain expérimental et industriel.

Continués par M. Lepape et M. Gomonet depuis cette date, ces essais sur les lampes ont été amenés récemment à la phase décisive par André-N. Claude, dont j'ai déjà signalé les remarquables travaux sur les tubes luminescents. Habilement secondé, en particulier, par M. Gomonet fils, il a pu préciser les conditions très spéciales dans lesquelles l'usage du krypton et du xénon donne tous ses avantages, l'augmentation de rendement pour les lampes du type de 25 watts n'étant alors pas moindre de 33 pour 100.

L'étendue de cette Note ne me permet pas plus d'entrer dans les détails sur cette question que sur le procédé de M. Gomonet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des plantules* d'Helianthus Dangeardi *à la septième génération sexuée*. Note de M. **Lucien Daniel**.

En 1932, j'avais obtenu 585 akènes sur un pied d'*Helianthus* issu de l'*H. Dangeardi* à la cinquième génération sexuée. En 1933, j'ai trouvé sur un descendant de ce même *Helianthus* 1626 akènes. Ainsi le retour à la fertilité du Topinambour s'était notablement accru à la suite de son greffage sur le Soleil annuel. A l'automne dernier, j'ai récolté sur ces pieds et sur d'autres exemplaires des générations sexuées précédentes plusieurs


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

milliers d'akènes, les uns entièrement noirs, les autres panachés de noir et de blanc. Je les ai semés sur couches le 17 avril. Leur germination a débuté le 2 mai et s'est prolongée jusqu'au 1er juin. Les jeunes plantules ont non seulement présenté des différences de précocité mais aussi des particularités remarquables dans la disposition, la forme et le nombre des cotylédons, ainsi que dans les feuilles et le géotropisme des tiges.

Le plus grand nombre des plantules présentaient des cotylédons normaux, égaux, arrondis et opposés, presque sessiles (*fig.* 1). Cependant il y en avait beaucoup d'anormaux à des degrés divers. Quelques-uns avaient des cotylédons à pétioles plus ou moins longs (*fig.* 2 et 3); d'autres portaient des cotylédons étroits, recourbés en gouttière (*fig.* 4). Souvent ces organes étaient de taille inégale comme limbe ou pétiole (*fig.* 5 et 6). Leur symétrie était troublée et ils s'inséraient sur l'axe en formant un angle plus ou moins aigu (*fig.* 7 et 8).

Chez bon nombre des jeunes germinations existaient trois cotylédons ou un seul; c'est un fait que j'avais déjà décrit et figuré chez les descendants de la Carotte greffée [1]. Il y avait aussi des cotylédons en apparence uniques (*fig.* 9 et 10), mais formés par l'union de deux cotylédons soudés complètement (*fig.* 11, 12, 13, 14, 15, 16 et 31) ou réunis seulement par leur partie basilaire (*fig.* 17). D'autres pieds étaient pourvus de trois cotylédons réunis d'un seul côté de la plumule et présentant des pointes plus ou moins nettes (*fig.* 18, 19, 20 et 21).

D'autres individus possédaient un cotylédon normal auquel s'opposait un cotylédon bifide résultant évidemment de la soudure complète de deux de ces organes (*fig.* 22, 23, 24, 25 et 26). Quelques plantules étaient nettement tricotylées, soit en godet trifide à plumule centrale, soit séparées, symétriques (*fig.* 27 et 30) ou non (*fig.* 28 et 29).

A ces diverses formes embryonnaires correspondaient souvent des monstruosités foliaires. Des feuilles étaient toutes ternées (*fig.* 30); d'autres étaient à phyllotaxie variable ou monstrueuses. Tantôt elles s'étaient soudées par deux (*fig.* 16), tantôt par trois (*fig.* 29). Un exemplaire portait deux feuilles soudées par leur pétiole dont l'une s'était soudée par la nervure médiane à une feuille de l'étage supérieur qui avait pris la forme d'une gouttière (*fig.* 31). Une dizaine de pieds présentaient des tiges fasciées.

Ces résultats montrent non seulement que le greffage répété accentue la

---

(1) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 8e série, **8**, 1898, p. 194.

production des monstruosités, mais aussi retentit sur la valeur sexuelle des associés et sur des caractères embryonnaires qui ont une importance fondamentale en classification.

M. R. **Bourgeois** s'exprime en ces termes [1] :

J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie l'*Atlas des Colonies françaises* que vient de faire paraître la Maison d'éditions géographique, maritime et coloniale.

Le point de départ de cet Atlas a été la constitution d'un Comité, à la Société de Géographie commerciale, pour l'utilisation d'une subvention obtenue par MM. Lorin et Perrot, du Consortium des Matières premières liquidé après la guerre.

Ce Comité se composait, sous ma présidence, de MM. Louis Gentil, Guillaume Grandidier, Henri Lorin, le Dr Neveu-Lemaire et le Dr E. Perrot. Il a presque au début perdu deux de ses membres, MM. Gentil et Lorin; en outre M. Neveu-Lemaire est parti pour trois ans en Perse.

Le Comité a confié la direction de la publication de l'Atlas à M. Guillaume Grandidier, qui a eu comme collaborateurs : M. M. Gautier pour l'Afrique du Nord, M. Henry Hubert, puis M. Delafosse pour l'Afrique Occidentale française, M. Bruel pour l'Afrique Équatoriale française et le Cameroun, M. May pour les colonies de l'océan Indien, M. E. Chassigneux pour l'Indochine, M. le Gouverneur des Colonies Julien pour les possessions du Pacifique austral, M. le Dr Neveu-Lemaire pour les Antilles et M. Reizler pour les petites colonies de la côte des Somalis, l'Inde, la Guyane, Saint-Pierre et Miquelon; enfin, M. Henri Froidevaux pour la Syrie. M. G. Grandidier a préparé lui-même les cartes et écrit le texte de Madagascar.

Les cartographes qui ont dessiné l'Atlas sont : MM. Hansen, Bergelin, Barralier et le commandant Delingette.

Enfin d'autres auteurs ont mis leurs travaux à la disposition de la Direction de l'Atlas : MM. Barrabé pour la géologie et minéralogie de Madagascar, Denaeyer pour la géologie de l'Afrique Équatoriale française, etc. Le chef de l'atelier de gravure a été M. Hausermann.

---

[1] Séance du 28 mai 1934.

L'Atlas, dont vous pourrez apprécier la belle édition, fait le plus grand honneur à la Cartographie française et à la Maison d'éditions géographique, maritime et coloniale.

M. Ch. Richet fait hommage d'un Ouvrage de M. Francesco Cavazzi : *Vie et rajeunissement*, dont il a écrit la *Préface*.

CORRESPONDANCE.

La **Société Portugaise de Chimie et Physique** adresse l'expression de ses sentiments de condoléance à l'occasion du décès de M. *C. Matignon*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Jean Thomas. *A travers l'Afrique Équatoriale Sauvage.* (Présenté par M. L. Joubin.)

2° *Tables crépusculaires*, par Jean Lugeon. (Présenté par M. Ch. Fabry.)

3° Ladislas Gorczyński. *Climat solaire de Nice et de la Côte d'Azur.* (Présenté par M. Ch. Maurain.)

ALGÈBRE. — *Sur les zéros de la dérivée d'une fraction rationnelle.* Note [1] de M. J. Dieudonné.

Je me propose de démontrer la proposition suivante : *Étant donné deux polynomes* $P(x)$ *et* $Q(x)$ *premiers entre eux, de degrés respectifs m et n* ($m \geqq n$), *si tous les zéros de* $P(x)$ *sont intérieurs à un domaine circulaire* (C), *il existe au moins un zéro de la dérivée de la fraction* $P(x)/Q(x)$ *intérieur à* (C). Dans cet énoncé, un zéro multiple de P ou Q est considéré comme un zéro de la dérivée de P/Q.

Comme $m \geqq n$, on peut, par une transformation homographique, supposer que le domaine (C) est le demi-plan situé au-dessus de l'axe réel (demi-

[1] Séance du 14 mai 1934.

plan *supérieur*). L'équation à étudier est

$$\varphi(x) = PQ' - QP' = 0. \tag{1}$$

Si $P(x)$ a un zéro multiple, la proposition est évidente; supposons donc que ses zéros $x_1, x_2, \ldots, x_m$ soient simples.

Si tous les zéros de (1) étaient dans le demi-plan inférieur, on aurait, pour tout point x du demi-plan supérieur,

$$\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)} = \frac{PQ'' - QP''}{PQ' - QP'} = \frac{m+n-2}{x-z}. \tag{2}$$

où z est un point dépendant de x, mais situé dans le demi-plan inférieur. On tire de (2)

$$\frac{\varphi'(x_k)}{\varphi(x_k)} = \frac{P''(x_k)}{P'(x^k)} = \frac{m+n-2}{x_k - z_k} \qquad (k = 1, 2, \ldots, m).$$

Mais $P''(x_k)/P'(x_k)$ est le résidu pour le pôle x_k de la fraction rationnelle $P''(x)/P(x)$, qui a un zéro double à l'infini. Donc

$$\sum_{k=1}^{m} \frac{P''(x_k)}{P'(x_k)} = (m+n-2) \sum_{k=1}^{m} \frac{1}{x_k - z_k} = 0,$$

ce qui est impossible, les nombres $1/x_k - z_k$ ayant tous leur partie imaginaire *négative ou nulle*, et ne pouvant être tous nuls, puisque $P''(x)$ a au plus $m-2$ zéros. C. Q. F. D.

Ajoutons que, d'après un exemple dû à M. Biernacki [1], il n'est pas possible d'améliorer le résultat précédent sans faire d'hypothèses supplémentaires sur $P(x)$ et $Q(x)$.

RELATIVITÉ. — *Sur les systèmes de coordonnées transformables par le groupe de Lorentz*. Note de M. J. **Le Roux**.

Quand on connaît un système de coordonnées cartésiennes rectangulaires $S(x, y, z)$, tous les autres systèmes de même nature s'en déduisent par les transformations du groupe euclidien. En conséquence, deux systèmes $S(x, y, z)$ et $S'(x', y', z')$ ne peuvent être considérés simultanément comme

---

[1] *Sur les équations algébriques contenant des paramètres arbitraires* (Thèse) (*Bul. Acad. polon. des Sci. et des Lettres*, s. A, 1927, p. 673).

des systèmes cartésiens rectangulaires s'ils se déduisent l'un de l'autre par une transformation non réductible à ce groupe.

On peut poser le même problème pour le groupe de Lorentz. Je considère d'abord une équation homogène du second degré

$$f(x, y, z, t) = 0 \tag{1}$$

représentant un ellipsoïde quelconque en coordonnées homogènes. Si la variable t était assimilée à un temps, l'ellipsoïde considéré pourrait être assimilé à une indicatrice de vitesse.

Le premier membre de l'équation (1) peut être décomposé en carrés de fonctions linéaires et homogènes des variables x, y, z, t. Supposons que l'on ait identiquement

$$f(x, y, z, t) \equiv \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 - \theta^2. \tag{2}$$

L'équation

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 - \theta^2 = 0 \tag{3}$$

représente le même ellipsoïde que l'équation (1). Les variables ξ, η, ζ, θ constituent alors un système de coordonnées tétraédriques, rapportées à un tétraèdre de référence conjugué par rapport à l'ellipsoïde. Inversement à tout tétraèdre conjugué, dont les faces seraient représentées par les équations linéaires et homogènes

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad Z = 0, \quad T = 0,$$

correspond une équation de l'ellipsoïde sous la forme homogène

$$a^2X^2 + b^2Y^2 + c^2Z^2 - d^2T^2 = 0. \tag{4}$$

On peut même, à cause de l'homogénéité, choisir les coefficients de telle manière que le premier membre de l'équation (4) soit identique à $f(x, y, z, t)$.

En posant

$$aX = \xi, \quad bY = \eta, \quad cZ = \zeta, \quad dT = \theta,$$

on obtient un système de coordonnées tétraédriques satisfaisant à l'identité (2).

Le groupe de Lorentz est caractérisé par l'invariance de la forme $\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 - \theta^2$. La condition nécessaire et suffisante pour que deux systèmes $S(\xi, \eta, \zeta, \theta)$ et $S'(\xi', \eta', \zeta', \theta')$ se déduisent l'un de l'autre par une

transformation du groupe de Lorentz est que l'on ait identiquement

$$\xi^2+\eta^2+\zeta^2-\theta^2\equiv\xi'^2+\eta'^2+\zeta'^2-\theta'^2. \tag{5}$$

Donc chacun de ces systèmes correspond à un tétraèdre conjugué par rapport à l'ellipsoïde fondamental, et, à chaque tétraèdre conjugué, correspond un système de coordonnées tétraédriques de l'ensemble transformable par le groupe de Lorentz.

Si l'on change d'ellipsoïde fondamental le groupe conserve la même forme, mais les coordonnées changent de valeurs et les tétraèdres de référence se modifient. En général deux ellipsoïdes différents n'ont qu'un seul tétraèdre conjugué commun.

Cherchons les relations entre les coordonnées cartésiennes et les coordonnées lorentziennes.

Dans le tétraèdre $(\xi, \eta, \zeta, \theta)$, prenons le sommet d'intersection des trois premières faces. Soient α, β, γ, 1 les coordonnées cartésiennes homogènes de ce point et θ_0 la valeur correspondante de θ. On a, d'après l'équation (2),

$$f(\alpha, \beta, \gamma, 1)=-\theta_0^2. \tag{6}$$

Le calcul de la forme polaire donne ensuite

$$\frac{1}{2}(\alpha f'_x+\beta f'_y+\gamma f'_z+f'_t)=-\theta_0\theta. \tag{7}$$

Nous tirons de ces relations

$$\left\{\begin{aligned}&\theta=\sqrt{-f(\alpha, \beta, \gamma, 1)},\\&\theta_0=-\frac{\frac{1}{2}(\alpha f'_x+\beta f'_y+\gamma f'_z+f'_t)}{\sqrt{-f(\alpha, \beta, \gamma, 1)}}.\end{aligned}\right. \tag{8}$$

Et ensuite

$$\xi^2+\eta^2+\zeta^2=f(x, y, z, t)-\frac{\frac{1}{4}(\alpha f'_x+\beta f'_y+\gamma f'_z+f'_t)^2}{f(\alpha, \beta, \gamma, 1)}. \tag{9}$$

Transportons l'origine des coordonnées cartésiennes au sommet considéré. Les formules homogènes de changement d'origine sont

$$x'=x-\alpha t, \qquad y'=y-\beta t, \qquad z'=z-\gamma t, \qquad t'=t. \tag{10}$$

Par cette transformation le second membre de l'équation (9) se transforme en une forme quadratique définie positive $g(x', y', z')$ indépendante

de t' et l'on a

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = g(x', y', z'). \tag{11}$$

Les différentes solutions possibles pour les coordonnées ξ, η, ζ s'obtiennent par la décomposition en carrés de la forme g. Les transformations de coordonnées de chaque catégorie entre elles s'effectuent par le groupe afférent à chacune de ces catégories. Mais si l'on veut interpréter, en coordonnées cartésiennes, des résultats obtenus en coordonnées lorentziennes, il faut utiliser les transformations (8), (9) et (11).

THÉORIE DES MÉCANISMES. — *Sur les engrenages hélicoïdaux.* Note de M. **Pierre Langlade**, présentée par M. d'Ocagne.

Au cours d'une étude approfondie des engrenages hélicoïdaux j'ai fait les remarques suivantes que je crois nouvelles, ne les rencontrant dans aucune des publications traitant de ces engrenages; leurs démonstrations seront données dans un Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

1. *Deux hélicoïdes absolument quelconques, mis en contact de façon que leurs axes soient parallèles, sont rigoureusement conjugués pour des rotations autour de leurs axes respectifs, de vitesses angulaires inversement proportionnelles à leurs pas.*

Leur point de contact M, généralement extérieur au plan P des axes X_1, X_2, décrit une parallèle à ceux-ci.

Lorsque M appartient à P, le plan tangent commun en M aux hélicoïdes est perpendiculaire à P, d'où impossibilité d'entraînement d'un hélicoïde par l'autre, sinon par adhérence, sauf lorsque M est sur la génératrice ξ de contact des primitifs (H_1, H_2 sont alors surfaces conjuguées d'un engrenage de White à glissement nul).

2. Étendant à tout hélicoïde une propriété connue (et utilisée en descriptive) de l'hélicoïde réglé, on peut énoncer :

Les normales à un hélicoïde quelconque, en les points du contour apparent relatif à une projection cylindrique, coupent une parallèle ξ à son axe X telle que le plan (X, ξ) soit perpendiculaire à ceux projetant X ou ξ.

Ces normales forment donc un conoïde de directrice ξ. ξ se confond avec X lorsque la direction G des projetantes est parallèle à X; ξ est rejeté à l'infini lorsque G est orthogonale à X.

Réciproquement, le lieu des pieds des normales à un hélicoïde quelconque

qui rencontrent une parallèle ξ à son axe X en est le contour apparent dans une certaine projection cylindrique pour laquelle le plan projetant X est perpendiculaire à (X, ξ).

3. *Deux espaces* E_1, E_2, *étant animés de rotations parallèles et proportionnelles autour des axes* X_1, X_2 *l'enveloppe, dans l'espace* E_2, *d'un hélicoïde* H_1 *quelconque de l'espace* E_1, *admettant* X_1 *pour axe, est un second hélicoïde* H_2 *d'axe* X_2 (¹).

La caractéristique (comme l'on sait, lieu des pieds des normales à H_1, menés des points de ξ, axe instantané de rotation du mouvement E_2/E_1) est le contour apparent commun de H_1 et H_2 relatif à une projection cylindrique telle que le plan projetant un axe soit perpendiculaire au plan $(X_1 X_2)$.

4. *Lorsque les axes de rotation* X_1, X_2 *des espaces* E_1, E_2 *ne sont pas parallèles, que le rapport des vitesses angulaires* ω_1, ω_2 *soit constant ou non, un hélicoïde* H_1, *lié à* E_1, *d'axe* X_1, *arbitraire, reste ponctuellement tangent (sauf un cas d'exception connu : contact linéaire d'hélicoïdes développables convenables, pour* ω_2/ω_1 *constant) à une infinité d'hélicoïdes d'axe* X_2 *de l'espace* E_2; *un pas donné définit l'un de ces hélicoïdes.*

5. Si alors le rapport ω_1/ω_2 est constant :

a. A tout conjugué H_2 *de* H_1 *correspond un cylindre* (S) *invariable, de génératrices parallèles au plan* Π *des directions des axes, se déplaçant en translation parallèle à* Π, *auquel les deux hélicoïdes restent tangents;* p_1, θ_1 *étant respectivement le pas de l'hélicoïde* H_1 *et l'angle formé avec* X_1 *par les génératrices de* (S), p_2, θ_2 *les quantités analogues relatives à* H_2, *on a*

$$\omega_1 p_1 \sin\theta_1 = \omega_2 p_2 \sin\theta_2 \quad (^2).$$

b. La normale commune N, *en leur point de contact aux hélicoïdes, décrit, en général, un paraboloïde hyperbolique équilatère dont la perpendiculaire commune aux axes,* Δ, *est la génératrice principale du système de* N; *s'il y a contact, à un instant, de* H_1 *et* H_2 *sur* Δ, *leur plan tangent commun est parallèle aux axes de rotation, et seule l'adhérence pourrait, à cet instant, provoquer l'entraînement d'un hélicoïde par l'autre.*

c. Il existe un conjugué de H_1 *(celui d'ailleurs choisi dans les engrenages industriels) tel que le paraboloïde décrit par* N *se réduit à deux plans perpen-*

(¹) Cette proposition peut être regardée comme une réciproque de celle qui se rencontre à la page 115 de la *Théorie et technologie des engrenages*, de M. Jean Pérignon.

(²) Réciproque d'une autre proposition énoncée par M. Pérignon (*loc. cit.*, p. 225).

diculaires : l'un Q *parallèle aux axes, l'autre* R *contenant* Δ. N *tourne alors dans le plan* R *autour de la trace* I *de* Δ *sur* Q, *la ligne d'engrènement devient plane (ligne de* R) *et, lors du contact en* I *sur* Δ *des hélicoïdes, leur plan tangent est quelconque.*

Il est connu que N est fixe, coupant ou non Δ, lorsque le cylindre C est un plan.

d. Une projection de N *sur un plan quelconque faite dans une direction parallèle au plan* Π *tourne autour d'un point fixe :* c'est la trace sur le plan de projection de la génératrice du paraboloïde décrit par N.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur certains mouvements fluides.* Note de M. **J. Grialou**, présentée par M. Henri Villat.

Les équations du mouvement d'un liquide pesant non visqueux s'écrivent, comme on sait,

$$\vec{g} + \frac{1}{\rho}\overrightarrow{\text{grad}}\,p + \overrightarrow{\text{grad}}\,\frac{1}{2}V^2 = 2\vec{V} \wedge \vec{\omega},$$

avec les notations habituelles, $\vec{g}$ étant l'accélération de la pesanteur et $\vec{\omega}$ le tourbillon au point où la vitesse est $\vec{V}$.

Supposons le mouvement permanent et envisageons les seuls mouvements pour lesquels $\vec{V}$ et $\vec{\omega}$ sont rectangulaires partout. Nous concluons aisément, de cette hypothèse,

$$\omega^2\vec{V} = \frac{1}{2}\vec{\omega} \wedge \overrightarrow{\text{grad}}\,H,$$

en désignant par H la fonction de Hamilton $p/\rho + gz + 1/2\,V^2$.

Supposons en outre que ω soit constant sur les surfaces $H = \text{const.}$, on peut alors démontrer que les deux relations

$$\vec{V} \times \overrightarrow{\text{grad}}\,H = 0,$$

$$\Delta\vec{V} \times \overrightarrow{\text{grad}}\,H = 0$$

(où Δ désigne le laplacien) ont lieu simultanément.

Il existe donc des mouvements particuliers pour lesquels on aura

$$\vec{V} = G\,\Delta\vec{V},$$

G désignant un scalaire déterminé.

On peut démontrer que pour de tels mouvements on a

$$2\left(\vec{\omega} - G\,\Delta\vec{\omega}\right) = \overrightarrow{\text{grad}}\,G \wedge \Delta\vec{V}$$

et

$$G = \frac{\vec{\omega} \times \Delta\vec{V}}{\Delta\vec{\omega} \times \Delta\vec{V}}.$$

La fonction G reste constante le long de chaque ligne de courant.

Ces équations amènent à considérer des exemples particuliers intéressants, notamment si l'on se réduit au cas des mouvements plans (pour lesquels la condition $\vec{\omega} \times \vec{V} = 0$ est réalisée d'elle-même). Signalons par exemple les mouvements plans pour lesquels on aurait $\zeta = A\,e^{-px-qy}$ (A, p, q = const.), qui donnent lieu à des développements élégants.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'effet des tourbillons transportés par le vent.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. Ch. Fabry.

J'ai fait connaître [1] que la soufflerie du type Eiffel, dont je me sers, donne deux espèces de vent qui, pour une même vitesse moyenne, produisent des effets notablement différents. En utilisant de l'air *neuf*, directement puisé dans l'atmosphère, on peut en effet réaliser avec divers profils d'aile des régimes aérodynamiques instables qu'il est impossible d'obtenir avec de l'air en *circuit*.

Dans ces deux cas, les polaires se composent toujours de deux arcs réguliers correspondant respectivement aux petites et aux grandes incidences et l'on passe d'un arc à l'autre au moment où l'incidence, partant de zéro, atteint une valeur critique I pour laquelle les filets d'air se *décollent* de la face dorsale de l'aile. Quand on revient ensuite vers zéro, l'effet inverse se produit, pour la même incidence I, avec de l'air en circuit, tandis que le décollement se maintient avec de l'air neuf et ne cesse brusquement que pour une incidence I′ inférieure à I.

Dans l'intervalle de I à I′ le régime est instable et la structure particulière du vent, obtenu avec de l'air en circuit, qui détermine le recollement et ne permet pas au régime instable de s'établir, ne se distingue pas,

(1) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1962.

de celle que donne l'air neuf, par des modifications sensibles de la rapidité ou de l'amplitude des variations de la vitesse autour de sa valeur moyenne. Je m'en suis assuré, dès mes premiers essais, par une exploration acoustique à laquelle j'ai ensuite substitué une méthode photographique qui ne laisse pas de prise à l'interprétation personnelle de l'observateur.

On provoque immédiatement le passage du régime instable au régime normal en introduisant dans le vent quelques tourbillons que l'on obtient en faisant passer devant l'orifice de la buse, à 40^{cm} de l'aile, une ficelle de 3^{mm} de diamètre, ou, en promenant contre l'entrée du collecteur, à 3^{m} de distance, un bâton d'assez fort diamètre. Une ficelle de $0^{mm},7$, employée comme la précédente, reste au contraire sans effet et l'exploration de son sillage montre que les tourbillons auxquels elle donne naissance sont pratiquement fondus ou dissipés dans la masse du vent avant d'avoir parcouru 40^{cm}.

Ces expériences confirment l'hypothèse faite, dans ma Note précitée, sur la différence de structure du vent suivant qu'on l'obtient avec de l'air en circuit, qui transporte des tourbillons, ou de l'air neuf, qui en est à peu près exempt.

Les filtres, couramment employés pour canaliser le vent et éviter le mouvement hélicoïdal d'ensemble que tend à lui communiquer le ventilateur, ont des cloisons qui, bien que minces, produisent des tourbillons qui se propagent à une assez grande distance et il convient de les placer aussi loin que possible des modèles à essayer lorsqu'on veut éviter leur effet.

Il suffit de disposer un filtre contre la buse de ma soufflerie pour rendre tout régime instable impossible et pour obtenir, avec de l'air neuf, des résultats identiques à ceux que donne l'emploi du circuit fermé.

J'ai également observé des effets curieux et suggestifs avec un mât standard, dont le profil symétrique, fuselé à 40 pour 100, se termine en pointe vers l'arrière.

Sous l'incidence zéro, l'air neuf donne lieu à une instabilité permanente; les filets se collent accidentellement contre l'une ou l'autre face et par moment contre les deux. Les tourbillons, transportés par l'air en circuit, maintiennent au contraire cette double adhérence et stabilisent la poussée.

En faisant croître l'incidence, la dissymétrie suffit, à partir de $i = 4^{\circ}$, pour faire coller les filets du côté de la face ventrale seulement et l'on obtient, avec les deux espèces de vent, une portance négative.

Mais, si l'on augmente encore la richesse en tourbillons, en plaçant un

filtre contre la buse, les filets collent contre les deux faces et la portance devient positive.

C'est certainement à une différence dans le caractère tourbillonnant des vents employés qu'il faut attribuer le désaccord surprenant des résultats obtenus autrefois par deux expérimentateurs d'élite, Eiffel et Rateau, dans leurs essais, en apparence identiques, sur une plaque plane rectangulaire.

De telles discordances montrent que la considération du nombre de Reynolds est certainement insuffisante pour permettre, à elle seule, d'établir une correspondance entre des essais effectués avec une même soufflerie et *a fortiori* avec deux souffleries différentes. Il serait nécessaire, pour cela, de pouvoir évaluer la richesse en tourbillons des vents qu'elles produisent car c'est vraisemblablement à l'*existence effective* de ces tourbillons et non aux oscillations désordonnées de la vitesse que sont dus les phénomènes que l'on considère comme une manifestation de cette qualité encore mal définie à laquelle on a donné le nom de *turbulence*.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'instabilité du diagramme d'indicateur et la composition du mélange combustible*. Note [1] de M. **Tchang Te-Lou**, présentée par M. Jouguet.

Les diagrammes d'indicateur jouent un rôle capital dans l'étude des phénomènes thermodynamiques qui se développent dans le cylindre. Un fonctionnement du moteur qui est jugé stable et régulier par l'observation du frein dynamo-dynamométrique et du tachymètre ne correspond pas toujours à un diagramme stable, c'est-à-dire à une allure stable d'un cycle à l'autre, du phénomène thermodynamique. Nous avons déjà signalé [2] un cas de fonctionnement anormal, en apparence stable au frein, dans lequel deux régimes nettement différents se succèdent alternativement dans le moteur. Nous allons essayer d'apporter dans la présente Note quelques précisions sur un autre cas où un seul régime, le régime normal, subsiste.

On sait qu'en superposant, sur le même papier, un nombre considérable de diagrammes en P.V. d'un moteur dont le réglage est maintenu constant et est le réglage optimum, seule la pointe de pression à l'explosion est un peu instable. C'est en utilisant cette observation que l'on parfait le

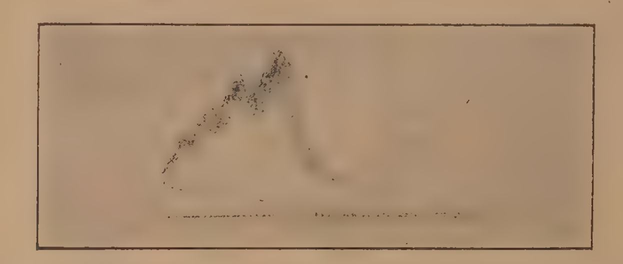
---

(1) Séance du 23 mai 1934.

(2) *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 478.

réglage du moteur. Mais si l'on relève les mêmes diagrammes avec abscisses décalées de 90°, dans lesquels la phase de combustion est plus étalée, on voit immédiatement que les tracés balaient tout une zone telle que le montre la figure ci-dessous.

On peut définir le degré d'instabilité d'un cycle à l'autre par l'étendue de cette zone caractérisée par la largeur en son milieu de la surface occupée par les tracés de la courbe de croissance de la pression, largeur qu'on peut exprimer facilement par la durée du phénomène t. En désignant par T la durée d'un cycle, l'instabilité de la combustion peut donc être caracté-



risée numériquement par le rapport $I = t/T$ que nous appellerons degré d'irrégularité cyclique de la combustion.

Ce rapport dépend essentiellement des caractères constructifs du moteur : mais pour un moteur donné, dans lequel l'avance réelle de l'étincelle est rendue invariable pendant chaque mesure grâce à des précautions spéciales. I est particulièrement influencé par la richesse du mélange quand tous les autres facteurs ont été réglés au mieux.

Nous résumons dans le tableau ci-après les résultats d'un essai fait dans le but de déceler une relation entre I et la richesse du mélange sur un moteur monocylindrique de $0^{l},700$ de cylindrée et de 4,02 de taux de compression. Le régime était maintenu à 1250 t/min. et l'instant du passage de l'étincelle réglé au moins à 1 demi-degré près (précision limite qu'il nous est possible d'atteindre). Les conditions extérieures étaient par ailleurs : pression atmosphérique 752^{mm} de mercure, température ambiante 20°,5. Nous signalons que dans le cas de ce moteur la puissance maxima reste sensiblement invariable pour une variation assez grande de l'avance à l'allumage autour de sa valeur optima.

Le relevé des diagrammes était poursuivi pendant 5 secondes correspondant à plus de 50 tracés (appareil utilisé, un indicateur Maihak à ressort-tige).

Richesse du mélange exprimée par débit de l'essence en cm³/sec.	Avance optima de l'allumage en degrés.	Puissance développée en CV.	Consommation spécifique en g/ch-h.	Valeur de I.	Analyse des gaz brûlés en pour 100.		
					CO^2.	O^2.	CO.
0,535	43	4,13	334	0,042	11	5,2	0
0,589	35	5,04	305	0,022	13,5	1,8	0,2
0,703	26	5,42	338	0,018	13	0,4	2,6
0,814	26	5,42	393	0,014	11,7	0,1	6,3
0,891	26	5,39	467	0,018	8,1	0,2	10,3

On vérifie d'abord un fait connu : le mélange donnant la puissance maxima est plus riche que le mélange correspondant à la consommation spécifique minima.

Le mélange qui donne le plus faible degré d'irrégularité cyclique de la combustion est encore un peu plus riche que celui qui donne la puissance maxima.

On peut toutefois se demander s'il n'y a pas là une apparence tenant à l'indicateur employé. Aussi nous avons tenu à refaire des essais analogues à l'aide d'un manographe à faible inertie (type Serruys). Les résultats sont les mêmes.

Ainsi *la largeur d'étalement de la première partie du diagramme apparaît bien comme un élément bien défini qu'on peut utiliser pour repérer d'autres phénomènes.*

Accessoirement ces essais nous montrent que si l'on désire des diagrammes spécialement corrects d'aspect, il convient de marcher avec un mélange riche.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre et l'orbite de l'étoile double ζ Aurigæ.* Note (¹) de M. R. **Tremblot**, présentée par M. Ernest Esclangon.

L'étoile ζ Aurigæ (magnitude visuelle 3,94), visible comme simple dans les instruments les plus puissants, présente les caractères spectroscopiques des deux types K_5 et B_1. Les mesures de vitesse radiale effectuées à Mount Hamilton, Bonn et Victoria, au moyen des raies spectrales appartenant à la composante K_5, montrent qu'il s'agit bien d'un système double en mouve-

(¹) Séance du 28 mai 1934.

ment rapide; les éléments suivants, calculés par Harper ([1]), donnent une représentation correcte des observations :

$$P = 973 \text{ jours}, \quad e = 0,411, \quad \omega = 330°,13, \quad \gamma = +10,73 \text{ km/sec},$$
$$K = 23,78 \text{ km/sec}, \quad T = \text{JD. } 2415122,471, \quad a \sin i = 294300000^{\text{km}};$$
$$\frac{m_1^3 \sin^3 i}{(m_1 + m_2)^2} = 1,028 \odot \quad \text{(avec les notations habituelles).}$$

Une remarque d'Harper sur les variations d'aspect du spectre a incité Bottlinger, J. Hopmann ([2]) et Guthnick ([3]) à effectuer des observations photométriques qui, en décembre et janvier 1931-1932, ont mis en évidence une éclipse de l'étoile B_1.

Nous nous sommes proposé de compléter la détermination des éléments de l'orbite et des dimensions réelles des deux astres au moyen de mesures effectuées sur les raies spectrales de cette composante B_1. Un spectrographe à quatre prismes de 63° d'angle, en flint uviol, et chambre photographique de 20^{cm} de distance focale, a été établi dans ce but à l'Observatoire de Strasbourg; la région de bonne définition s'étend de 3700 à 4500 Å, la dispersion étant de 30 Å par millimètre vers 3800 Å. Avec cet instrument, monté sur le télescope de $0^{\text{m}},81$ de la station de Haute Provence de l'Observatoire de Paris, nous avons obtenu six spectrogrammes en février et mars 1934, époque du minimum de vitesse radiale de l'étoile K_5. Les plaques « Fulgur » de Guilleminot, utilisées exclusivement en raison de leur sensibilité exceptionnelle, ont permis de réduire le temps de pose à 1 heure environ.

Sur ces clichés, les caractères du type B_1 (ou probablement d'un type un plus avancé) sont très apparents entre 3700 et 3900 Å; mais les plus fortes radiations du fer, appartenant à l'autre composante, sont déjà perceptibles dans toute cette région; leur position correspond bien à la vitese radiale calculée d'après l'orbite de Harper. La série de Balmer de l'hydrogène est représentée par huit raies ultraviolettes de $H\varepsilon$ à $H\mu$, assez larges et bien contrastées. Les principales raies de l'hélium et de l'oxygène sont plus fines, mais assez faibles; à part $H\varepsilon$, toutes les radiations de longueur d'onde supérieure à 3900 Å appartiennent à l'étoile K_5.

La présence de raies métalliques étrangères à la composante B_1 pouvant introduire des erreurs dans la mesure de la vitesse radiale, nous n'avons

---

(1) *Publ. Dominion Astrop. Obs. Victoria*, **3**, 1924, p. 151.

(2) *Ber. Sächs. Akad. Wiss.*, **85**, 19 juin 1933, p. 117.

(3) P. Guthnick et H. Schneller, *Sitz. Preusz. Akad. Wiss.*, **10**, 1932, p. 3.

utilisé à cet effet que les radiations suivantes, paraissant les mieux isolées.

3705,003 He	3806,56 Si	3867,46 He	3889,064 H_ζ
3727,33 O	3819,606 He	3882,197 O	3970,073 H_ε

L'examen d'un spectre d'Arcturus (type Ko), obtenu dans les mêmes conditions, montre en effet la présence de groupements particulièrement intenses à l'emplacement des autres termes de la série de Balmer. Les déplacements mesurés sur les raies choisies ne présentent aucun écart systématique. Les vitesses radiales conclues, comparées à celles déduites des éléments de Harper pour la composante K_5, sont réunies dans le tableau suivant :

Date.	Vitesse radiale K_5.	Vitesse radiale B_1.	$\frac{m_{K_5}}{m_{B_1}}$.
1934. Février 14	−4,56 km/sec	+39,5 km/sec	1,88
» 15	−4,56 »	+42,1[illegible] »	2,05
» 20	−4,56 »	+36,6 »	1,69
Mars 6	−4,27 »	+39,6 »	1,92
» 8	−4,23 »	+38,0 »	1,82
» 16	−4,11 »	+39,5 »	1,94
		Moyenne :	1,88

La dernière colonne indique la valeur correspondante du rapport des masses, la vitesse radiale γ du centre étant égale à $+10,73$ km/sec. Le demi-grand axe de l'orbite relative et les masses s'en déduisent immédiatement :

$$a + a' = 847\,600\,000 \text{ km}, \qquad m_{K_5} \sin^3 i = 16,0 \odot, \qquad m_{B_1} \sin^3 i = 8,5 \odot.$$

La durée de l'éclipse totale atteignant 40 jours, le rayon de l'étoile K_5 n'est pas inférieur à $145\,000\,000^{km}$, soit 208 fois celui du Soleil; ζ Aurigæ doit donc figurer parmi les étoiles les plus volumineuses actuellement connues.

Les observations photométriques semblent montrer que la décroissance d'éclat s'effectue en moins de 24 heures. Comme le rapport des rayons des deux astres peut être calculé approximativement, en fonction des différences de température et de magnitude, il est possible de fixer une limite supérieure de la latitude λ de disparition de l'étoile B_1 derrière l'étoile K_5, c'est-à-dire une limite inférieure de l'inclinaison i. En adoptant pour température 3400 et 21000°, et pour magnitudes visuelles 4,10 et 6,10, le calcul, effectué au moyen des tables de M. Brill, donne

$$\frac{R}{r} = 78 \qquad \text{d'où} \qquad \lambda < 45^\circ \quad i > 76^\circ \quad (\text{et } \sin 3i > 0,91).$$

La masse de la petite étoile est ainsi du même ordre de grandeur que celles des variations à éclipses de types B_2 et B_3 étudiées jusqu'ici. Aucun autre système spectroscopique de type K ou M, appartenant à la branche des étoiles géantes, n'a encore permis la détermination des masses des composantes.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Les équations générales de la mécanique et l'électromagnétisme.* Note [1] de M. **J. Loiseau**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous avons montré que pour construire une mécanique rationnelle satisfaisante : l'espace $\mathcal{E}'$ servant à la représentation doit être à quatre dimensions, et à connexion euclidienne si l'on veut pouvoir utiliser le matériel numérique résultant de nos expériences.

Dans les régions où règne un champ électromagnétique [2], les équations de la Dynamique sont

$$\delta F = \rho\, d\tau \left[\vec{\Gamma} + \frac{\rho_1}{\rho} \vec{E} + [WB] \right], \tag{1}$$

δF étant la force appliquée à l'élément de volume $d\tau$ de densité ρ, $\vec{\Gamma}$ l'accélération de $d\tau$, ρ_1 la densité cubique de l'électricité, W la vitesse de l'élément et B l'induction magnétique. Nous allons montrer que les équations générales de la Mécanique ont précisément cette forme sur l'espace $\mathcal{E}'$, ce qui supprimera les difficultés bien connues en mécanique rationnelle au sujet du champ électromagnétique et donnera une explication simple de l'origine de ce champ.

Forces appliquées à la surface d'un élément de volume et forces massiques. — Si l'on admet d'une part qu'*aucune force ne peut se transmettre à distance sans intermédiare* et d'autre part que *le principe de l'égalité de l'action et de la réaction est satisfaite*, les seules forces massiques que l'on puisse imaginer sont les forces d'inertie ; les forces dues aux éléments extérieurs à un élément de volume $d\tau$ sont des forces T agissant à la surface de l'élément.

Les équations de la dynamique sont donc à l'instant t sur $\mathcal{E}_t$ [3]

$$\iint_S \vec{T}\, d\sigma - \iiint_V \rho \vec{\Gamma}\, d\tau = 0. \tag{2}$$

---

(1) Séance du 23 mai 1934.

(2) C'est le cas général, l'espace de la mécanique rationnelle classique ne peut en aucun cas correspondre parfaitement à la pratique.

(3) Voir *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1381.

Expression développée de la force massique. — Pour que l'expression des forces massiques soit utilisable, il faut calculer ses projections sur le repère R'_M au point M défini sur $\mathcal{E}'$ par les vecteurs $I_i (i = 1, 2, 3, 4)$ rectangulaires entre eux. La vitesse W a pour expression $W = \Sigma \varphi^i I_i$.

φ^i étant la projection de W sur I_i, on tire de là

$$\vec{\Gamma}\, d\tau = \sum_i \Big(\sum_j \varphi^i_j \omega^j + \Sigma_k \varphi^k \omega^i_k \Big) I_i, \qquad dM = \sum_i \omega^i I_i, \qquad dI_i = \sum_j \omega^j_i I_j \qquad (\omega^j_i + \omega^i_j = 0)$$

ou bien

$$(3) \qquad F_1\, d\tau = -\rho\, d\tau \left[\left(\frac{W^2}{2} \right)_{,i} + \varpi'_3 \frac{\omega^3}{dt} + \varpi'_4 \frac{\omega^4}{dt} - F^2_1 \frac{\omega^2}{dt} \right],$$

en posant $\varpi^j_i / dt = \omega^j_i / dt + \varphi^j_i - \varphi^i_j$, et de même pour F_2, F_3, F_4.

Nous reconnaissons immédiatement la forme (1). K_1 étant la force électrodynamique, on a

$$K\, d\tau = d\tau [E\rho + [Bj]];$$

par conséquent, en posant

$$j_i = \rho_1 \frac{\omega_i}{dt}, \qquad \frac{E_k}{\varphi_4} = \omega^1_k \frac{\rho}{\rho_1}, \qquad \frac{B_k}{\varphi_k} = \varpi^m_e \frac{\rho}{\rho_1}$$

l'équation générale de la mécanique est

$$F_i\, d\tau = -\rho\, d\tau \left(\frac{W^2}{2} \right)_{,i} + K_i\, d\tau.$$

La composante K_4 a pour expression $K_4 = -\Sigma E_k / \varphi_4 j_k$.

Le terme $-\rho\, d\tau (W^2/2)_{,i}$ $(i = 1, 2, 3)$ correspond aux résultats de la mécanique classique, le terme K au champ électromagnétique.

En physique on admet que la charge électrique est invariante, on a donc

$$\frac{\rho\, d\tau}{\rho_1\, d\tau} = \frac{\rho}{\rho_1} = \lambda = \text{const.}$$

On obtient en appliquant les équations de Bianchi sur $\mathcal{E}'$ le premier groupe des équations de Maxwell sous la forme

$$(4) \quad \begin{cases} \left[\left(\dfrac{E_3}{\varphi_4} \right)_{12} - \left(\dfrac{E_2}{\varphi_4} \right)_{13} + B_{1.4} \right] \dfrac{\rho}{\rho_1} = A_1, & \left[\left(\dfrac{E_1}{\varphi_4} \right)_{13} - \left(\dfrac{E_3}{\varphi_4} \right)_{11} + B_{2.4} \right] \dfrac{\rho}{\rho_1} = A_2, \\ \left[\left(\dfrac{E_2}{\varphi_4} \right)_{11} - \left(\dfrac{E_1}{\varphi_4} \right)_{12} + B_{3.4} \right] \dfrac{\rho}{\rho_1} = A_3, & (B_{2.1} \quad B_{2.2} - B_{3.3}) \dfrac{\rho}{\rho_1} = A_4. \end{cases}$$

Les coefficients A_i dépendent de la connexion établie *a priori* sur $\mathcal{E}'$. Ils sont nuls si l'espace $\mathcal{E}'$ est à parallélisme absolu. L'équation complémen-

taire s'écrit

$$(5)\qquad j_{1,1}+j_{2,2}+j_{3,3}+j_{4,4}+\Sigma j_i\Phi_i=0,$$

en posant $\Phi_i=\sum_\alpha S_{\alpha\alpha i}$, S_{ijk} étant le vecteur torsion sur $\mathcal{E}'$, c'est l'équation de continuité sur $\mathcal{E}'$. L'équation (5) n'est pas admise *a priori* comme dans la théorie habituelle, elle ne coïncide avec la forme classique que si l'on suppose $\Phi_i=0$, Φ_i est le vecteur unitaire sur $\mathcal{E}'$.

Si l'on suppose $\Phi_i=0$ et l'espace $\mathcal{E}'$ à parallélisme absolu $\Sigma j_{i,i}=0$, le deuxième groupe des équations de Maxwell se trouve satisfait. En utilisant des formules connues, on a, pour la première :

$$(B_3-B_3^0)_{,2}-(B_2-B_2^0)_{,3}-\left(\frac{E_1-E_1^0}{\varphi_4}\right)_{,4}=4\pi\mu j.$$

Pour représenter le champ électromagnétique on est conduit à le supposer $\mathcal{E}'$ à parallélisme absolu et à vecteur unitaire nul. On peut en particulier supposer pour simplifier que $\mathcal{E}'$ est l'espace euclidien [1] à quatre dimensions. Si d'ailleurs on a établi une mécanique sur ce dernier espace une correspondance convenable permettra d'en établir une autre sur un autre espace $\mathcal{E}'$.

ONDES HERTZIENNES. — *Détection d'ondes hertziennes amorties par une pile sèche à électrolyte solide radioactif et air ionisé.* Note de M. **L. Bouchet**, présentée par M. A. Cotton.

Entre la découverte des radioconducteurs et l'apparition de la lampe à trois électrodes, il a paru un certain nombre de Mémoires sur la détection; la Thèse de Mlle Collet [2] renferme une bibliographie importante à ce sujet. La lecture de cette Thèse, mais surtout les expériences relatées plus loin m'ont incité à penser que les piles sèches, dont l'une a fait l'objet d'une Note [3], pouvaient être détectrices; dès lors, j'ai monté la pile suivante comprenant : 1° une électrode épaisse de charbon longue de 27cm, large de 8cm,5 et creusée d'une cavité profonde de 0mm,5 à 0mm,7 remplie entièrement du résidu solide provenant d'une pechblend de Joachimstal

(1) Les résultats obtenus sont d'ailleurs indépendants de cette hypothèse.

(2) *Thèse* Strasbourg, mars 1921.

(3) L. Bouchet, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1598.

chauffée avec une solution d'acide sulfurique à 50 pour 100; dans ces conditions le charbon était étuvé; 2° une lame épaisse de zinc, de 23^{cm} de longueur sur $5^{cm},9$ de largeur, séparée de la matière active par trois cales de mica épaisses de $0^{mm},3$ à $0^{mm},4$.

Expériences préliminaires. — La pile ci-dessus, associée à deux Daniell, le tout en série, a donné brusquement un courant de 8×10^{-8} ampère et en inversant les pôles du groupe Daniell un courant 230×10^{-8} ampère; dans d'autres expériences similaires, le rapport des deux intensités était encore plus grand.

Mise en évidence directe de l'effet de détection : 1° Dispositif émetteur d'ondes hertziennes amorties. — Il comprenait une bobine moyenne d'induction (le trembleur immobilisé) alimentée par une batterie d'accumulateurs et un interrupteur (coup de poing) intercalé dans le circuit. Les deux bornes du secondaire furent reliées respectivement d'une part aux deux branches d'un excitateur à boules de 1^{cm} de diamètre et distantes de $1^{mm},5$ environ, et, d'autre part, à une antenne isolée (cadre métallique de 30^{cm} de côtés, traversé par des tiges) et à une conduite de gaz.

2° *Circuit récepteur d'ondes.* — La lame de zinc, avant son installation, était chauffée entre 150° et 200° et, après refroidissement, fortement frottée avec une toile d'émeri fine; on équilibrait la pile, intercalée dans un circuit potentiométrique, à quelques centièmes de volt près, on reliait ensuite le charbon à une antenne identique à la précédente et le zinc à la conduite de gaz.

3° Les deux antennes étant distantes de 6^{m} environ, en actionnant le coup de poing j'ai obtenu une forte élongation; toutefois le spot ne revenait à sa position initiale qu'à 2 ou 3 pour 100 près, plusieurs expériences ont toujours fourni les mêmes résultats. L'interprétation de ces faits peut se faire en invoquant une émission d'électrons; il y a peut-être une certaine analogie entre ces résultats et ceux obtenus avec la galène.

MAGNÉTISME. — *Le point ferromagnétique de Curie pour des couches minces de nickel, déposées électrolytiquement.* Note de MM. **St. Procopiu** et **T. Farcas**, présentée par M. A. Cotton.

1. La température à laquelle disparaît le ferromagnétisme, le point ferromagnétique de Curie, est une constante pour une substance donnée. On connaît toutefois deux cas, où l'on a constaté une variation de ce point

de Curie : 1° le nickel soumis à la traction subit une diminution du point de Curie, d'environ 10° C. ([1]) et 2° le nickel soumis à l'action d'un champ alternatif longitudinal et surtout à un champ circulaire (courant alternatif passant par le fil) subit une diminution du point de Curie d'environ 100° C. ([2]). Ce dernier cas, à cause du champ alternatif doit être interprété autrement, comme nous le montrerons ultérieurement.

D'après une formule connue de la théorie du ferromagnétisme de Heisenberg ([3]), le point de Curie dépend du nombre (z) d'atomes qui environnent l'atome magnétique, et d'une fonction (J_0) qui représente l'énergie de cohésion entre atomes voisins. Par suite, toute cause qui fait varier ces deux facteurs provoquera un déplacement du point de Curie. La traction est dans ce cas. Nous avons pensé que le dépôt d'une substance ferromagnétique en couche mince peut bien lui aussi produire un déplacement du point de Curie. On sait d'ailleurs que les couches minces de substances ferromagnétiques possèdent des champs coercitifs très grands, qu'on attribue aux fortes pressions qui existent à l'intérieur des couches minces.

2. Nous avons choisi le nickel, son point de Curie étant assez bas, 358° C. La méthode employée consistait à aimanter la couche mince de nickel et à étudier la diminution de son magnétisme rémanent (I_R) en fonction de la température (t° C.). La déviation d'un magnétomètre donne le magnétisme rémanent, et la déviation d'un galvanomètre en relation avec un couple thermoélectrique donne la température. Les couches de nickel étaient déposées par électrolyse sur des tubes de laiton de 16^{cm} de longueur et de 8^{mm} de diamètre. Dans le cas des couches trop minces, on a employé deux tubes concentriques, de 8 et 6^{mm} de diamètre, pour avoir une plus grande masse de nickel. Les couches étaient obtenues avec un courant de 0,5 ampère par décimètre carré, et l'épaisseur était déterminée par pesée. Le tube de laiton avec la couche de nickel est introduit dans un four électrique, autour duquel il y a deux bobines : une bobine magnétisante à courant continu, et une bobine par laquelle on fait passer un courant alternatif. Cette dernière bobine a pour but d'augmenter l'aimantation des couches de nickel produite par le champ constant. Le four et les

---

([1]) Ray-Chaudhuri, *Zeits. S. f. Phys.*, 71, 1931, p. 473.
([2]) Ashworth, *Phil. Mag.*, 27, 1914, p. 357.
([3]) *Zeits. f. Phys.*, 49, 1928, p. 633.

bobines sont disposées sur le banc du magnétomètre. Les mesures sont faites après minuit.

3. *Résultats expérimentaux.* — Pour des couches de nickel déposées électrolytiquement, d'épaisseur 80, 200 et 400 millimicrons et 4,26 et 40 microns, on a mesuré la déviation du magnétomètre, qui représente l'intensité du magnétisme rémanent (I_R) et la déviation du galvanomètre qui donne la température t°C. du four. En traçant les courbes (I_R, t) on a déterminé le point de disparition du magnétisme rémanent.

Voici les résultats pour deux couches, l'une mince de $80^{m\mu}$, l'autre plus épaisse de 26^{μ} :

$\delta = 80^{m\mu}$.

t°C	51.	112.	186.	234.	270.	314.	334.	353.	372.
I_R (mm)	17	13	9	7	5	3	2	1	0

$\delta = 26^{\mu}$.

t°C	87.	181.	258.	290.	308.	318.	330.	344.	360.
I_R (mm)	87	63	38	23	13	8	3	1	0

On a trouvé ainsi, pour les couches de nickel de 80, 200 et 400 millimicrons, les points de Curie 372°, 372° et 366°C. et, pour les couches de 4, 26 et 40 microns, les températures 356°, 360° et 348°C. respectivement. On constate, par suite, que le point de Curie est plus élevé pour les couches minces, la différence étant en moyenne de 17°C.

Cette élévation du point de Curie pourrait être attribuée à la pression interne des couches minces, qui est considérée comme la cause de leur grand champ coercitif. Cette pression interne aurait pour rôle d'augmenter le nombre de particules qui environnent l'atome magnétique, ou bien d'augmenter l'énergie d'échange des atomes magnétiques qui se sont rapprochés : en ce sens on pourrait parler d'un accord avec la formule de Heisenberg.

POLARIMÉTRIE. — *Sur certains composés de la tartramide et de l'acide tartramique.* Note de M. **Yeu Ki Heng**, présentée par M. Ch. Fabry.

Avec la multiplicité de ses fonctions acides et alcools, l'acide tartrique donne souvent des composés très compliqués. Pour simplifier les études et en vue de spécifier la constitution de ces composés, nous avons préparé la tartramide qui ne contient que les deux fonctions alcools et l'acide

tartramique qui contient deux fonctions alcools et une seule fonction acide.

Par l'action de l'ammoniaque, le tartrate de méthyle se transforme facilement en tartramide. En solution dans l'eau, son pouvoir rotatoire spécifique varie peu avec la concentration; les anomalies qu'on trouve pour l'acide tartrique n'existent plus : $(\alpha)_v = 133°,1$ pour $\theta = 0,5$ M; 133°,3 pour $\theta = 0,2$ M; 133°,3 pour $\theta = 0,1$ M. L'acide tartramique est préparé à partir de la tartramide suivant la méthode indiquée par Weerman (1).

Avec le molybdate d'ammonium, la tartramide ne donne aucune combinaison: l'acide tartramique donne un composé très actif ayant la composition $[MoO^3, 2C^4H^7O^5N](NH^4)^2$; $(\alpha)_v = 197$ pour $C = 1,58$. Pour former les composés de ce genre, il est donc indispensable qu'une fonction acide soit libre. Le cas est tout à fait analogue à celui des molybdomalates lévogyres obtenus par M. Darmois (2) et qui ont pour formule $[MoO^3.2C^4H^6O^5](NH^4)^2$. De même, M. Darmois (3), en étudiant la saponisation du tartrate d'éthyle, a signalé l'existence d'un composé analogue.

Avec les borates alcalins, la tartramide donne des composés bien cristallisés. Nous avons préparé les corps $C^4H^8O^4N^2$, BO^2NH^4 $[(\alpha)_v = 81,4$ pour $c = 10]$ et $C^4H^8O^4N^2$, BO^2Na $[(\alpha)_v = 75°,1$ pour $c = 1,065]$. L'acide tartramique semble donner un composé $2C^4H^7O^5N$, BO^2Na. Mais si l'on neutralise la fonction acide, on trouve que la combinaison se fait molécule à molécule. Il est à rappeler que pour les borotartrates nous trouvons toujours des combinaisons équimoléculaires, (sauf pour la combinaison des deux acides). Le borotartrate de potassium BT^2K (où T désigne le radical $C^4H^4O^6$) isolé par M. Lowry (4), quoique très bien cristallisé, se décompose lorsqu'il est en solution dans l'eau. Il se dédouble en acide tartrique et en un autre composé BTK plus actif et de dispersion plus grande ($\rho = \alpha_i/\alpha_j = 2,0$; $\rho = 1,92$ pour BT^2K).

L'oxyde de cuivre fraîchement préparé se dissout facilement dans une solution de l'acide tartramique; une molécule de l'acide ne dissout qu'une molécule de l'oxyde. Cette dissolution est encore acide, la neutralisation par la soude augmente considérablement les rotations. On atteint un

---

(1) *Recueil de Travaux chimiques des Pays-Bas*, **37**, 1918, p. 45.

(2) *Journal de Physique*, 6e série, **4**, 1923, p. 49.

(3) *Bulletin de la Société chimique de France*, **43**, 1928, p. 1214.

(4) *Journal of Chemical Society of London*, **131**, 1929, p. 2853.

maximum pour la composition $[CuO, C^4H^7O^5N]Na^2$. Dans la solution du tartramide, l'oxyde de cuivre est insoluble. Mais si l'on mélange du SO^4Cu à une solution de tartramide et si l'on ajoute de la soude, l'oxyde se forme et se redissout immédiatement. Une étude systématique montre que la combinaison est $[CuO, 2C^4H^8O^4N^2]Na^2$. Le pouvoir rotatoire est élevé $(\alpha)_0 = 410$ et le dischroïsme assez fort. Pour une solution à $\theta = 0{,}02\,M$, on trouve ($l = 18^{mm}, 2$, λ = longueur d'onde en $m\mu$, δ = ellipticité mesurée, α = rotations) :

λ...	660.	642.	626.	595.	570.	560.	540.	517.	505.	488.	470.
α..	0,15	0,26	0,37	0,58	0,63	0,63	–	–0,72	0,79	0,85	0,90
δ...	–0,58	–0,58	–0,58	–0,48	–0,33	–0,28	–0,29	–	–0,19	–0,10	–0,05

Le dichroïsme s'étend au delà de $500^{m\mu}$; l'allure des courbes est nettement différente de celle des autres cuprotartrates. Ces mesures ont été faites par M. J.-P. Mathieu. Nous tenons ici à le remercier pour son obligeance.

L'hydroxyde d'aluminium est insoluble dans le tartramide même à l'ébullition. Toutes les hypothèses, dans lesquelles on prétend que le radical AlO se fixe sur une des fonctions alcools, sont donc à écarter. Au contraire, l'acide tartramique dissout très bien molécule à molécule $Al(OH)^3$ et l'on obtient un composé lévogyre même en solution assez diluée $\alpha_0 = -1{,}75$ pour $\theta = 0{,}5\,M$, $l = 2\,dm$, $\rho = 1{,}6$.

D'une façon générale, les composés formés en solution acide exigent la présence d'au moins une fonction acide; les composés formés en solution basique intéressent les fonctions alcools.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire paramagnétique de la sidérose.* Note de MM. **Jean Becquerel**, **W. J. de Haas** et **J. van den Handel**, présentée par M. A. Cotton.

Dans tous les cristaux uniaxes jusqu'à présent étudiés par nous, le pouvoir rotatoire paramagnétique, dans la direction de l'axe optique, croît à mesure que la température s'abaisse. Aux températures de l'hélium liquide, la rotation se compose de deux termes : le terme principal, fonction du champ H et de la température absolue T, tend vers une valeur de saturation à mesure que H croît ou que T diminue; l'autre terme est proportionnel à H et indépendant de T. Les deux formes de paramagnétisme, l'une fonction de T, l'autre indépendante de T, se manifestent simultanément.

La sidérose (spath de fer) donne des résultats tout autres. Deux échantillons, de provenances différentes, ont été étudiés.

1° *Sidérose de Lostwithiel.* — Aux températures de l'hélium liquide, le paramagnétisme indépendant de la température se manifeste seul. La rotation, de sens négatif, est très petite : elle est proportionnelle au champ. Aux températures de l'hydrogène liquide, le pouvoir rotatoire paramagnétique croît rapidement quand la température s'élève; il est au contraire décroissant aux températures de l'azote liquide, et jusqu'à la température ordinaire.

Les rotations paramagnétiques, par millimètre d'épaisseur, dans un champ de 27000 g., pour la lumière jaune du mercure, ont les valeurs suivantes :

T (°K.)......	1°,6 à 4°,2	14°,10	17°,60	20°,43	63°,50	70°,24	77°,40	290°,6
Rot. param ..	−1°,95	−8°,6	−19°,6	−32°,3	−129°,5	−125°,9	−115°,6	−28°,55

Les chiffres indiqués ici sont les rotations mesurées, corrigées de la rotation diamagnétique, estimée en admettant que la rotation diamagnétique moléculaire est la même que pour le spath d'Islande. Sans doute cette correction n'est pas exacte, mais l'erreur ne change pas l'allure générale de l'effet, et elle est certainement très petite vis-à-vis des grandes rotations obtenues aux températures qui ne sont pas extrêmement basses.

Un fait remarquable est que, *aux températures de l'hydrogène* (14 à 20°,4 K.) *on a tout l'opposé d'une approche à une valeur de saturation, car la rotation croît plus vite que le champ.* Aux température de l'azote, on ne constate plus aucun écart à la proportionnalité au champ.

2° *Sidérose d'Allevard.* — La variation thermique, tout en gardant la même allure que pour l'autre sidérose, est bien différente :

T (°K.).........	14°,14	15°,97	17°,99	20°,37	63°,72	77°,42	294°,2
Rot. param.....	−41°,6	−53°,7	−66°,9	−84°,0	−97°,7	−85°,1	−19°,2

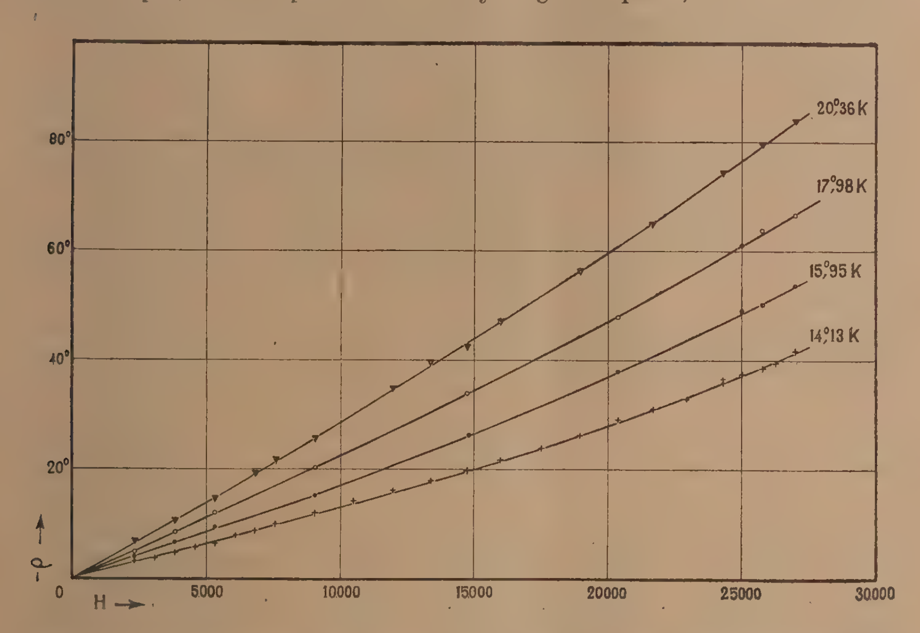
Cependant, pour les deux échantillons, la rotation est due au même ion (Fe^{++}), car la seule impureté paramagnétique est le manganèse, et le pouvoir rotatoire paramagnétique du spath de manganèse est excessivement petit.

La courbe représente la rotation en fonction du champ, dans la sidérose d'Allevard, pour quatre températures de l'hydrogène liquide. On voit que la courbure diminue à mesure que la température augmente.

La rotation très petite, indépendante de T, aux températures de l'hélium,

semble bien prouver que l'état fondamental de l'ion Fe^{++} n'est pas dégénéré et n'est pas magnétique (en accord avec un théorème de Kramers, le nombre d'électrons étant pair); à des températures plus élevées le second niveau d'énergie, qui est doublement dégénéré et magnétique, intervient de plus en plus et donne lieu au grand accroissement du pouvoir rotatoire paramagnétique à mesure que la température s'élève.

Le fait que, aux températures de l'hydrogène liquide, la rotation à tem-



pérature constante croît plus vite que le champ n'est pas encore expliqué. Nous dirons seulement que M. Kramers émet, sous toutes réserves, l'hypothèse d'un champ moléculaire de Weiss assez intense.

Il est très surprenant que les deux échantillons donnent des variations thermiques aussi différentes. Il semble que les champs électriques internes soient très différents, mais aucune conclusion ne pourra être donnée tant que les deux cristaux n'auront pas été comparés au point de vue de leur structure; les auteurs adressent leurs remerciements à M. Maurice de Broglie qui veut bien faire entreprendre cette étude dans son laboratoire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de détonation des explosifs solides.* Note [1] de M. R. **Schwob**, transmise par M. G. Urbain.

La vitesse de détonation d'un explosif solide donné est une fonction complexe d'un assez grand nombre de variables, parmi lesquelles la densité de chargement (poids d'explosif chargé par unité de volume) joue un rôle prépondérant.

Nous avons cherché à expliciter ce rôle et à rendre compte en même temps, par une vue macroscopique simple du phénomène de la propagation de l'onde explosive, des caractères que présente la courbe des vitesses de détonation en fonction de la densité : allure d'une branche ascendante, existence dans certains cas d'un maximum, et peut-être d'une branche descendante, ce dernier point étant d'ailleurs contestable.

Les diverses formules qui ont été proposées pour calculer la vitesse de détonation à partir des caractéristiques mécaniques de l'explosif reproduisent imparfaitement l'allure du phénomène.

En particulier, la formule

$$V = \sqrt{2g(\gamma + 1)}\,\frac{\sqrt{f}}{1 - \alpha\Delta} \qquad (1)$$

proposée par Taffanel et Dautriche [2], qui peut se mettre sous la forme

$$V = \frac{1}{m - n\Delta}, \qquad (1')$$

où m et n sont des coefficients indépendants de la densité de chargement, n'échappe point, ainsi que l'a montré Burlot [3], aux remarques formulées ci-dessus.

Nous pensons qu'on peut serrer de plus près les phénomènes en s'appuyant sur le raisonnement suivant :

Considérons une cartouche d'explosif solide en régime permanent de détonation : désignons par t_1 le temps nécessaire pour détruire une couche de cristaux d'épaisseur d_1 comptée le long de l'axe, et posons $V_1 = d_1/t_1$.

Soit de même $V_2 = d_2/t_2$ la vitesse de propagation entre deux couches successives de cristaux.

---

[1] Séance du 28 mai 1934.

[2] *Comptes rendus*, 155, 1912, p. 1221.

[3] Vennin, Burlot, Lecorche, *Les Poudres et Explosifs*, p. 155.

L'onde parcourt le trajet $(d_1 + d_2)$ avec une vitesse résultante :

$$V = \frac{d_1 + d_2}{t_1 + t_2} = \frac{(d_1 + d_2) v_1 v_2}{v_2 d_1 + v_1 d_2}.$$

Si la densité de chargement varie, d_1 et v_1 (ce dernier à un infiniment petit près) resteront évidemment constants. Admettons pour l'instant en première approximation que v_2 reste également constant.

La distance entre couches devient $d'_2 \neq d_2$ et la vitesse devient

$$V' = \frac{(d_1 + d'_2) v_1 v_2}{v_2 d_1 + v_1 d'_2}.$$

Supposons, pour préciser, que la densité qui était Δ devienne $K\Delta$. Le nombre de cristaux par centimètre le long de l'axe de propagation qui était

$$p = \frac{1}{d_1 + d_2} \quad \text{devient} \quad p\sqrt[3]{K} = \frac{1}{d_1 + d'_2}.$$

On en déduit :

$$\frac{V'}{V} = \frac{d_1 + d'_2}{d_1 + d_2} \times \frac{v_2 d_1 + v_1 d_2}{v_2 d_1 + v_1 d'_2} = \frac{p(v_2 d_1 + v_1 d_2)}{v_1 - \sqrt[3]{K}\, p\, d_1 (v_1 - v_2)}. \tag{2}$$

Ce qu'on peut encore écrire :

$$V = \frac{1}{m - n\Delta^{\frac{1}{3}}}, \tag{2'}$$

m et n étant des constantes indépendantes de la densité de chargement.

Voici un tableau qui montre que cette formule compense d'une manière satisfaisante les résultats expérimentaux, pour un certain nombre d'explosifs nitrés :

Explosif.	Valeurs trouvées pour les coefficients.		Écart entre la courbe théorique et la courbe de compensation des résultats expérimentaux [1].
	m.	*n.*	
Mélinite................	0,0006117	0,0004084	$-1,8\,\%$ ou $+2,8\,\%$ au maximum pour $0,246 < \Delta < 1,543$
Nitrohexanol............	0,0005638	0,0003744	$-2,8\,\%$ ou $+2,5\,\%$ au maximum pour $0,225 < \Delta < 1,470$
Tétryl..................	0,0005276	0,0003439	$-2,0\,\%$ ou $+2,5\,\%$ au maximum pour $0,244 < \Delta < 1,518$
Tétranitropentaéryrhrite...	0,0005100	0,0003290	$-0,9\,\%$ ou $+1,2\,\%$ au maximum pour $0,241 < \Delta < 1,617$

(1) Ces résultats ont été tirés d'un travail de W. Friedrich, *Zeitschrift für das Gesamte Schiess- und Sprengstoffwesen*, 28, 1933, p. 2 et suiv.

Ainsi la formule $V = 1/m - n\Delta^{1/3}$ représente correctement les variations de la vitesse de détonation des explosifs nitrés en fonction de leur densité de chargement, pour toutes densités comprises entre 0,25 et 1,5 environ, c'est-à-dire sur presque toute l'étendue du champ de variation de la densité.

Lorsque la densité dépasse 1,5 et croît jusqu'à sa valeur maxima (sensiblement 1,7 pour les 4 explosifs en question), les vitesses données par la formule (2′) croissent un peu plus vite que ne l'indique l'expérience.

Suivant une suggestion de Burlot, cette divergence pourrait s'expliquer par une *augmentation de la vitesse* v_2 due à la présence d'air comprimé entre les cristaux aux fortes densités de chargement. Il est de même possible que cette augmentation de V_2 puisse rendre compte du maximum et de la branche descendante de la courbe des vitesses, constatés pour certains explosifs.

Notons en terminant que le raisonnement qui nous a permis d'arriver à la formule (2) :

1° ne préjuge en rien des phénomènes qui se produisent pendant la détonation au sein d'un cristal;

2° permet d'expliquer le fait expérimental que la grosseur des cristaux élémentaires n'influe pas, à densité de chargement constante, sur la vitesse de détonation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fluorescence de quelques corps purs.* Note de MM. E. Canals et P. Peyrot, présentée par M. Delépine.

Nous avions indiqué (¹) le moyen d'évaluer de faibles traces de fluorescence, par la mesure du facteur de dépolarisation. Nous avons appliqué la même méthode du déplacement de l'écran, à des corps purs.

Pour un liquide déterminé, l'intensité relative de la fluorescence à la diffusion moléculaire $2f/(I+i)$ est égale à $2(\rho'-\rho)/(1-\rho')(1+\rho)$, ρ' représentant la valeur du facteur de dépolarisation mesuré avec l'écran sur le faisceau secondaire et ρ ce même facteur avec l'écran sur le faisceau primaire. Le rapport $2f/(I+i)$ n'est évidemment constant pour un composé chimique que dans des conditioas opératoires déterminées. Il dépend de la nature et de l'intensité des radiations du faisceau primaire et du mode d'observation (œil ou plaque photographique). En effectuant les mesures

(¹) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 746.

dans les mêmes conditions on peut comparer les intensités de fluorescence de divers corps. Il suffit de les rapporter à la fluorescence de l'un d'eux pris pour étalon, l'eau pure par exemple.

Posons pour l'eau $2f_1/(1+i_1)=r_1$ et pour le corps examiné $2f/(1+i)=r$ en prenant pour unité l'intensité de la fluorescence émise par l'eau pure,

$$2f=\frac{r}{r_1}\cdot\frac{1+i}{1_1+i_1}$$

$(1+i)/(1_1+i_1)$ représentant le rapport des intensités diffusées par le corps et par l'eau.

Or ces intensités ont déjà été déterminées pour un certain nombre de substances. Il est donc possible dans ces cas d'évaluer l'intensité de fluorescence par rapport à l'eau. Pour les autres substances que nous avons examinées nous donnerons l'intensité de fluorescence par rapport à l'intensité de la lumière diffusée.

Les corps étudiés chimiquement purs étaient en outre redistillés et examinés dans le vide.

	$\frac{2f}{1+i}$	$2f$		$\frac{2f}{1+i}$
Eau	0,13	1	Cyclooctane	0,21
Alcool amylique	0,15	4,7	Méthylcyclohexane	0,14
Chlorure d'amyle	0,08	–	O-diméthylcyclohexane	0,06
Bromure d'amyle	0,07	–	M-diméthylcyclohexane	0,05
Nitrate d'amyle	0,27	–	P-diméthylcyclohexane	0,01
Éther éthylique	0,04	1,6	Cyclopentène	0,08
Hexane	0	0	Cyclohexène	0,17
Benzène	0	0	Cycloheptène	0,20
Toluène	0	0	Cyclooctène	0,10
O-xylène	0	0	Méthylcyclohexène Δ_1	0
M-xylène	0	0	Diméthyl-1.4-cyclohexène	0
P-xylène	0	0	Méthylcycloheptène Δ_1	0,08
Alcool benzylique	0,15	17,5	Éthylcyclopentène Δ_1	0
Cyclopentane	0,09	–	Éthylcyclohexène Δ_1	0
Cyclohexane	0,20	7	Époxycyclopentène	1,6
Cycloheptane	0,11	–	Époxycyclohexène	0,5

1° L'eau pure redistillée deux fois, en milieu sulfochromique puis sur baryte, redistillée à nouveau dans le vide, présente toujours une faible fluorescence, ce qui confirme les résultats de Sweitzer [1] montrant que,

---

(1) *Light Scattering of aqueous salt solutions (Thesis of doctor of Philosophy)*. Toronto, 1927.

quel que soit le mode de purification et le récipient où on la conserve, l'eau présente toujours le même taux de fluorescence.

2° Parmi les carbures étudiés un certain nombre ne sont pas fluorescents. Par contre, les composés renfermant de l'oxygène sont tous fluorescents. Ceci confirme les observations déjà énoncées à ce sujet [Krishnan (1)].

3° Les cyclanes et leurs dérivés sont tous fluorescents; en particulier l'introduction d'un groupement méthyle sur le carbure en C^6 diminue le taux de fluorescence. Avec les dérivés diméthylés on constate que l'ortho et le méta ont des fluorescences très voisines tandis que le para n'est sensiblement pas fluorescent. Ces trois corps se différenciaient d'une façon analogue par le facteur de dépolarisation.

4° En ce qui concerne les cyclènes. on observe également que ces carbures sont fluorescents, mais ici l'introduction d'un groupement méthyle ou éthyle dans la molécule diminue fortement et même parfois annule la fluorescence.

Ces recherches sont poursuivies.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de l'iodosulfure d'antimoine par voie humide.* Note de M. **F. François.**

La formation de sulfohalogénures par action de l'hydrogène sulfuré sur des solutions d'halogénures métalliques n'a été signalée que dans le cas du plomb (chorosulfure $PbS, PbCl^2$) et du mercure (sulfohalogénures mercuriques : $2HgS, HgX^2$).

Des dosages d'antimoine par l'hydrogène sulfuré dans des solutions iodhydriques d'iodure d'antimoine nous ayant fourni des résultats trop forts par pesée du précipité, nous avons pensé à la présence d'un iodosulfure dans celui-ci.

I. *Obtention de l'iodosulfure d'antimoine.* — Dans des matras jaugés (120^{cm^3}) nous avons, à un volume déterminé d'une solution iodhydrique d'iodure d'antimoine, ajouté des volumes variables d'une même solution de H^2S et complété rapidement par de l'eau distillée. Les matras ont été bouchés rapidement et soumis immédiatement à l'agitation (la teneur du liquide en acide iodhydrique était suffisante pour éviter toute hydrolyse).

L'agitation ayant été prolongée pendant huit jours vers 18°, l'aspect

(1) *Phil. Mag.*, 1, 1925, p. 697-715.

des matras permet de les sérier en deux catégories : *a*. les uns (qui correspondent aux plus faibles quantités d'hydrogène sulfuré mis en jeu) séparent très bien par décantation un précipité rouge lie de vin d'une liqueur colorée. *b*. les autres séparent mal par décantation une liqueur incolore d'un précipité orangé, léger, se rassemblant très lentement.

Dans tous les cas, les précipités séparés par essorage peuvent être lavés soit à l'eau (série *b*), soit d'abord avec une solution d'acide tartrique puis à l'eau (série *a*) et séchés. Ils peuvent donc être soumis directement à l'analyse (voir tableau).

15^{cm^3} d'une solution de SbI^3 ($0^{mol},004$) dans IH ($0^{mol},075$) reçoivent des volumes variables d'une même solution de H^2S. On complète à 120^{cm^3} par de l'eau distillée :

H^2S mis en jeu.	Sb pour 100 du précipité.	Rapport Sb^2S^3/SbI^3 dans le précipité.	
mol 0,00225	42,7	0,95	Précipité lie de vin Pour SbSI, Sb $^0/_0 = 43,4$
0,003	42,9	0,96	
0,00375	43,03	0,97	
0,004	43,4	1,0	
0,00425	43,4	1,0	
0,00525	48,2	1,50	Précipité rouge orangé
0,0080	57,3	3,46	
0,00105	60,4	4,9	

Le résidu lie de vin des tubes de la série *a* est donc l'iodosulfure SbSI. La liqueur baignante est une solution iodhydrique de SbI^3 contenant du H^2S à très faible concentration. Les solides des tubes de la série *b*, de compositions variables, ne permettent de mettre en évidence aucun autre iodosulfure. La liqueur est alors une solution iodhydrique de H^2S exempte de SbI^3.

Le précipité obtenu tout d'abord est, dans tous les cas, rouge orangé. Nous avons utilisé, dans les conditions qui mènent à SbSI, le dispositif de Mr Jolibois permettant la réalisation du mélange instantané des liqueurs réagissantes. Le précipité orangé formé dans ces conditions, essoré après deux minutes de contact, lavé, séché et analysé, est bien plus riche en Sb^2S^3 que SbSI (Sb pour $100 = 51,8$, soit $Sb^2S^3/SbI^3 = 2,06$). Il subit donc ultérieurement une sorte de rétrogradation.

II. Nous avons également réalisé la transformation en SbSI du sulfure d'antimoine par action d'acide iodhydrique sur du sulfure préparé par précipitation, lavé et non séché, soit sous sa forme orangée, soit sous sa forme noire.

En conservant le même volume liquide (120^{cm^3}) et le même nombre d'atomes d'antimoine mis en jeu ($0^{mol},002\ Sb^2S^3$), pour des solutions de HI de concentration supérieure à $1^{mol},9$ par litre, le précipité virait au lie de vin après deux jours d'agitation. Il était alors constitué par de l'iodosulfure pur.

III. L'iodosulfure SbSI présente un aspect bien caractéristique : c'est une poudre fine, lie de vin, qui apparaît cristallisée au microscope. Il fond à 392° en un liquide rouge foncé qui se décompose lentement au-dessus de cette température en sulfure et iodure d'antimoine sublimable. Inaltéré par l'eau froide ou bouillante, il reste inattaqué en suspension aqueuse froide ou chaude par l'hydrogène sulfuré. Les solutions concentrées d'un hydracide halogéné le détruisent surtout à chaud avec départ d'hydrogène sulfuré.

Nous avons donc mis en évidence l'obtention de l'iodosulfure SbSI par voie humide. Son inaltérabilité par l'hydrogène sulfuré en solution implique l'impossibilité du dosage classique de l'antimoine à l'état de sulfure dans le cas de solutions iodhydriques d'iodure d'antimoine.

Nous poursuivons une étude analogue sur l'iodosulfure de bismuth.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stéréomutation et absorption des acides β-anisylacryliques.* Note (1) de Mlle **R. Mendes da Costa**, présentée par M. Delépine.

Ayant étudié précédemment comment variait l'absorption dans l'ultraviolet des acides β-arylacryliques avec la position et le nombre des groupes méthyle sur la chaîne latérale, je me suis proposé de préparer les stéréoisomères de ces acides non saturés et d'étudier leurs propriétés.

Stoemer avait déjà décrit et étudié l'acide allo-*p*-méthoxycinnamique et l'acide allo-β-pipéronyl-acrylique (2). Il les avait obtenus en irradiant, par une source de rayons ultraviolets, soit les acides correspondants, en solution dans l'alcool méthylique ou l'acide acétique, soit leurs sels de sodium en solution aqueuse.

Après plusieurs essais, j'ai constaté que l'emploi des sels de sodium

---

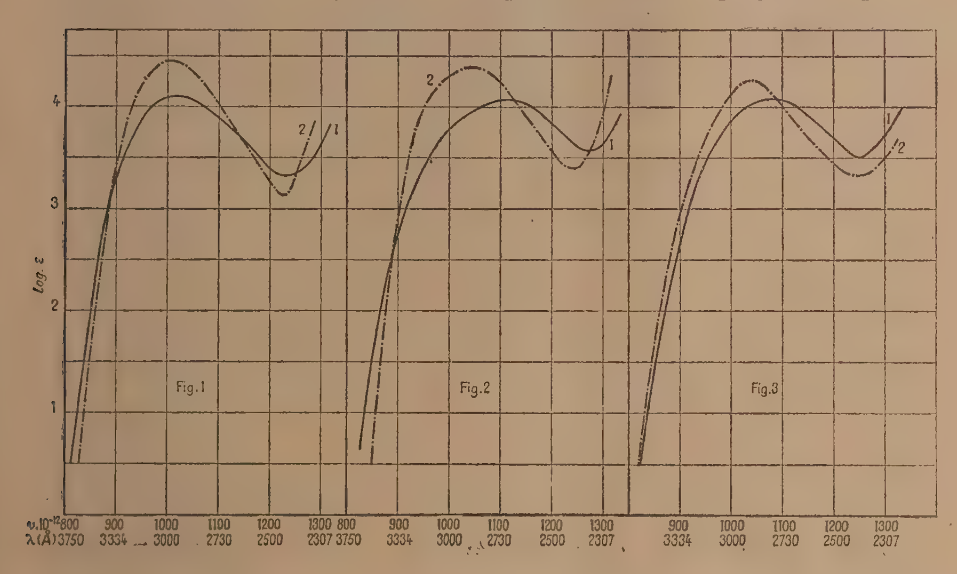
(1) Séance du 14 mai 1934.

(2) Stoemer, *Ber. d. chem. Ges.*, **44**, 1911, p. 636; **46**, 1913, p. 260.

donnait les meilleurs résultats; j'ai appliqué cette méthode aux acides α-méthyl-β-anisylacrylique, β-méthyl-β-anisylacrylique, et j'ai ainsi obtenu les stéréoisomères correspondants.

Les proportions des acides transformés sont, dans de larges limites, indépendantes de la concentration, mais sont fortement influencées par le degré de pureté des produits mis en œuvre.

Toutes choses égales, j'ai obtenu en partant d'acides optiquement purs :



50 pour 100 d'acide allo-β-anisylacrylique fondant à 65°, 30 pour 100 d'acide allo-α-méthyl-β-anisylacrylique fondant à 113° et 35 pour 100 d'acide allo-β-méthyl-β-anisylacrylique fondant à 110°.

Les acides ainsi obtenus sont beaucoup plus solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène et l'eau chaude que leurs isomères à point de fusion élevés.

L'étude spectrale d'un certain nombre de couples de stéréoisomères, a montré que les deux isomères ont, dans l'ultraviolet, des absorptions différentes. Toutefois on ne peut énoncer de règle générale reliant la structure de chacun des isomères avec les positions et les intensités respectives de leurs bandes d'absorption. Or la structure de l'acide allo-α-méthyl-β-anisylacrylique est déterminée par voie chimique. En effet, traité à —10° par l'acide sulfurique concentré, il se déshydrate en donnant la méthoxy 3, α-méthylindone fondant à 142°, alors que, dans les mêmes conditions,

l'acide α-méthyl-β-anisylacrylique ne donne aucun produit de cyclisation; ce qui montre sans ambiguïté que l'acide à point de fusion bas possède la structure cis. Ce résultat acquis, il était intéressant de mesurer l'absorption des acides décrits ci-dessus et de comparer les courbes relatives aux deux isomères.

Dans la figure se trouvent les courbes d'absorption des acides : allo-β-anisylacrylique (courbe 1), β-anisylacrylique (courbe 2); dans la figure 2, celles des acides : cis-α-méthyl-β-anisylacrylique (courbe 1), trans-α-méthyl-β-anisylacrylique; et dans la figure 3, celles des acides allo-β-méthyl-β-anisylacrylique (courbe 1), β-méthyl-β-anisylacrylique (courbe 2).

On constate que l'intensité des bandes d'absorption diminue fortement, et que leurs positions sont plus ou moins nettement déplacées vers l'ultraviolet, quand on passe des acides-β-anisylacryliques aux acides allo-β-anisylacryliques.

Bien que la structure des acides α-méthyl-β-anisylacryliques cis et trans soit seule établie par voie chimique, la similitude des différences d'absorption entre les deux isomères de chacun des acides étudiés permet, semble-t-il, d'attribuer aux acides allo-β-anisylacryliques la structure cis.

Au cours de ce travail, j'ai préparé les corps suivants qui n'avaient pas encore été signalés à ma connaissance : les acides cis-α-méthyl-β-anisylacrylique, cis-β-méthyl-β-anisylacryliques, et la méthoxy-3, α-méthylindone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transpositions réciproques du méthylbenzoylcarbinol et du phénylacétylcarbinol. Un cas d'une nouvelle tautomérie céto-anolique.* Note de M. **A. E. Favorsky** et Mme **T. I. Temnikowa**, présentée par M. A. Béhal.

D'après les observations de Auwers [1] et Neuberg [2] le méthylbenzoylcarbinol et le phénylacétylcarbinol donnent la même semicarbazone (F. 194°) et une thiosemicarbazone (F. 201°). Sous l'action de l'isocyanate de phényle, Auwers a obtenu la même phényluréthane (F. 143-144°). Nos données expérimentales montrent que les deux cétols donnent, sous l'action

---

(1) Auwers und Mauss, *Bioch. Z.*, **192**, 1928, p. 200.

(2) Neuberg und Ohles, *Bioch. Z.*, **127**, 1922, p. 333.

du bromure du méthylmagnésium, un mélange de glycols

(1)				(2)				
C^6H^5		C^6H^5		C^6H^5	C^6H^5		C^6H^5		C^6H^5
$COH—CH^3$	←	$C=O$	→	$CHOH$	$CHOH$	←	$CHOH$	→	$COH—CH^3$
$CHOH$		$CHOH$		$COH—CH^3$	$COH—CH^3$		$C=O$		$CHOH$
CH^3		CH^3		CH^3	CH^3		CH^3		CH^3
[2]				[1]	[3]				[2] (¹)

Dans le cas (1), le mélange possédait un point de fusion 35-44° et $Éb_{17,5}$ = 154,5-155°; dans le cas (2), F. 35-43°, $Éb_{17}$ = 154,5-155°,5. Les données de l'analyse répondaient à la formule du glycol. Sous l'action du bromure de phénylmagnésium, le méthylbenzoylcarbinol donne un mélange de glycols, tandis que le phénylacétylcarbinol donne exclusivement le glycol normal :

(3)					(4)		
C^6H^5		C^6H^5		C^6H^5	C^6H^5		C^6H^5
$COH—C^6H^5$	←	$C=O$	→	$CHOH$	$CHOH$	→	$CHOH$
$CHOH$		$CHOH$		$COH—CH^3$	$C=O$		$COH—C^6H^5$
CH^3		CH^3		C^6H^5	CH^3		CH^3
[1]				[2]			

Dans le cas (3), le mélange des glycols fut séparé par cristallisation en quatre fractions (F. 76-88°, 75-84°, 45-68° et 97°,5); toutes les fractions répondaient, d'après l'analyse, à la formule du glycol. Sous l'action du chlorure de benzoyle, les cétols donnent tous les deux un mélange d'éthers-sels benzoïques : 1° F. 51,5-52°,5, répondant au phénylacétylcarbinol et 2° F. 108-109°, répondant au méthylbenzoylcarbinol :

C^6H^5		C^6H^5		C^6H^5	C^6H^5		C^6H^5		C^6H^5
CO	←	CO	→	$CHOCOC^6H^2$	$CHOCOC^6H^5$	←	$CHOH$	→	CO
$CHOCOC^6H^5$		$CHOH$		CO	CO		CO		$CHOCOC^6H^5$
CH^3		CH^3		CH^3	CH^3		CH^3		CH^3
[7]				[2]	[5]				[1]

Les données expérimentales citées plus haut prouvent que le méthyl-

---

(¹) Les chiffres entre crochets montrent le rapport entre les quantités des glycols qui se produisent.

benzoyl et le phénylacétylcarbinols d'après les réactions de leur obtention, le premier en partant de la bromo-propiophénone en passant par l'acétate et en saponifiant ce dernier, le second par l'action du bromure de méthylmagnésium sur l'amide de l'acide amygdalique, sont d'après leurs constantes physiques des substances individuelles, qui ne changent pas lorsqu'on les abandonne à elles-mêmes. Quand ils réagissent avec la semicarbazide, l'isocyanate de phényle, les composés organomagnésiens et le chlorure de benzoyle, ils se comportent à de rares exceptions ou comme des mélanges tautomères, ou bien se transforment complètement l'un dans l'autre. Ce cas du nouveau type de tautomérie ressemble beaucoup à la tautomérie céto-énolique, différant quand même sérieusement de cette dernière par le fait, que dans le dernier cas le mécanisme de la transposition consiste en une migration d'un atome d'hydrogène de l'oxygène au carbone et inversement, tandis que dans notre cas nous avons une migration simultanée de deux atomes d'hydrogène selon le schéma :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \\ | \\ CO \\ | \\ H-C-OH \\ | \\ CH^3 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} C^6H^5 \\ | \\ H-C-OH \\ | \\ CO \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

Ce nouveau type de tautométrie que nous avons découvert et prouvé doit recevoir le nom de tautomérie céto-*a*nolique ou céto-carbinolique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le passage d'un cycle à un autre par désamination des 2-aminocyclanols.* Note de MM. **Marcel Godchot** et **Max Mousseron**, présentée par M. Delépine.

Le passage d'un cycle à un autre en série hydroaromatique a été réalisé ces dernières années par différentes méthodes dont la plupart exigent l'intervention de la chaleur.

Il nous a été donné d'effectuer ce passage par un procédé se réalisant au contraire à une température voisine de 0°.

L'acide nitreux, agissant sur le 2-aminocyclohexanol à 0° fournit la cyclopentylformaldéhyde; de même, avec le 2-aminocycloheptanol on obtient la cyclohexylformaldéhyde. Ces régressions de cycle sont analogues

à celles indiquées par Tiffeneau [1] dès 1914 par action du nitrate d'argent sur l'iodhydrine du 1.2-cyclohexanediol et par l'un de nous, avec ses collaborateurs, dans diverses circonstances [2]. Notons également que Wallach [3], généralisant les observations de Demjanow [4], par action de l'acide nitreux sur la cyclopentylméthylamine a obtenu le cyclohexanol, sur la cyclohéxylméthylamine le cycloheptanol, sur la cycloheptylméthylamine le cyclooctanol, par passage d'un cycle à un autre avec augmentation d'un chaînon CH^2. Les résultats indiqués dans cette Note réalisent au contraire un rétrécissement des cycles en C^6 et en C^7.

A. Lorsqu'on traite l'oxalate acide (ou le tartrate acide) de ces deux aminocyclanols en solution aqueuse diluée par du nitrite de sodium, en opérant dans un flacon maintenu constamment aux environs de 0°, on ne constate aucun dégagement d'azote; aussitôt apparaît un liquide huileux, très peu soluble dans l'eau, à odeur désagréable et fort pénétrante, tandis qu'il se dépose de l'oxalate acide de sodium; après quelques heures, la formation de ce composé semble terminée; on l'entraîne à la vapeur d'eau après neutralisation et on l'examine.

Avec le 2-aminocyclohexanol, le produit ainsi obtenu est la cyclopentylformaldéhyde; en effet, ce corps se combine au bisulfite, recolore le réactif de Schiff, distille à 42-43° sous 18^{mm}, $n_D^{21} = 1,4430$, $d^{21} = 0,938$; sa semicarbazone est fusible à 123-124°, et par oxydation nitrique l'aldéhyde (ou son polymère qui l'accompagne) fournit l'acide glutarique (F = 96-97°). On peut supposer que l'élimination de l'ammoniac s'effectue en empruntant au groupement CH OH son hydrogène oxhydrilique, forme de désamination envisagée du reste par M. Tiffeneau et Mlle Lévy [5] dans leurs recherches sur les phénylamino-alcools.

$$\text{(cyclohexane: } CH^2,\ H^2C,\ H^2C,\ CH^2,\ CH{-}NH^2,\ CH{-}OH) + NO\,OH \rightarrow \text{(cyclopentane: } CH^2,\ H^2C,\ H^2C,\ CH^2,\ CH{-}C{\begin{smallmatrix}O\\H\end{smallmatrix}}) + NO^2.NH^4.$$

---

(1) *Comptes rendus*, **159**, 1914, p. 771.

(2) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 375 et 955; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **43**, 1928, p. 521.

(3) *Annalen der Chemie*, **353**, 1907, p. 318.

(4) *Journ. Soc. phys. chim. russe*, **35**, 1903, p. 30; **36**, 1904, p. 166.

(5) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **49**, 1931, p. 1847.

Avec le 2-aminocycloheptanol, on obtient de même la cyclohexylformaldéhyde (semicarbazone F = 167-168°) qui, par oxydation nitrique, conduit à l'acide adipique (F = 149-150°). Dans les deux cas étudiés ci-dessus, il ne se forme pas de glycol, dont la présence aurait été du reste décelée par un dégagement d'azote. Le rendement en aldéhyde cyclopentanique à partir du 2-aminocyclohexanol, d'obtention facile, est très satisfaisant (plus de 80 pour 100).

B. Si l'on traite, dans des conditions identiques par l'acide nitreux naissant, l'oxalate ou le tartrate acide du 2-aminocyclopentanol, on n'observe aucune formation d'aldéhyde, mais un dégagement régulier d'azote, correspondant environ aux deux tiers de la quantité exigée pour l'obtention du 1.2-cyclopentanediol qui se forme en même temps que l'époxycyclopentane (Éb$_{760}$ = 102-103°; n_D^{25} = 1,4375); le diol, séparé de ce dernier par distillation fractionnée, est bien le *trans* 1.2-cyclopentanediol, car il ne se combine pas à l'acétone en milieu chlorhydrique et fournit une diphényluréthane, F = 211-212°, identique à celle déjà trouvée par l'un de nous et F. Taboury (¹)

```
        CH²                                         CH²
H²C              CH—NH²                    H²C               CH
                          + NO OH  →                              >O + NO².NH⁴,
H²C              CH—OH                     H²C               CH

        CH²                                         CH²
H²C              CH—NH²                    H²C               CH—OH
                          + NO OH  →                                 + N² + OH².
H²C              CH—OH                     H²C               CH—OH
```

Ces faits, en accord avec la très grande stabilité du cycle cyclopentanique, semblent apporter de plus une preuve nouvelle de la configuration *trans* du 2-aminocyclopentanol, point que nous avions déjà entrevu (²).

Conclusion. — La désamination des 2-aminocyclanols en C⁶ et C⁷ conduit à un rétrécissement de cycle avec formation unique d'aldéhydes en C⁵ et C⁶, tandis que le 2-aminocyclopentanol à structure très stable se désamine sans modification du cycle avec apparition simultanée de l'époxyde et du *trans*-diol.

(¹) *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 1625.
(²) *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 53, 1933, p. 25.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'existence de positions privilégiées de substitution dans le sulfure de diphénylène*. Note de MM. **Charles Courtot** et **Izaak Kelner**, présentée par M. Delépine.

Le sulfure de diphénylène conduit facilement à un dérivé monosulfoné dont le sulfochlorure fond à 140° (1). Ce composé nous a permis de préparer l'acide sulfinique, puis le thiol correspondant.

I. *Acide monosulfinique du sulfure de diphénylène*. — 75^g de poudre de zinc sont mis en suspension dans 150^{cm^3} d'eau. Le ballon est muni d'un agitateur mécanique. On introduit, dans la masse en ébullition, par petites portions, 25^g de sulfochlorure. La chauffe est continuée pendant 2 heures, après addition terminée, et l'agitation est maintenue. On traite alors par du carbonate de sodium et l'on filtre.

Le monosulfinate de sodium du sulfure de diphénylène passe en solution et après acidification par ClH, l'acide libre précipite sous forme de masse gommeuse légèrement colorée en jaune clair. Cet acide est soluble dans l'eau chaude — débarrassée préalablement d'air — et reprécipite à froid en cristaux microscopiques, liés à une molécule d'eau. L'hydrate fond à 121°. Il s'oxyde à l'air en acide monosulfonique du sulfure de diphénylène, variété hydratée, $f = 172°$, décrite antérieurement (*loc. cit.*).

L'acide sulfinique du sulfure de diphénylène est peu soluble dans les solvants organiques usuels; par contre, il est assez soluble dans le chloroforme. Le sel de sodium est bien soluble dans l'eau chaude, d'où il cristallise par refroidissement en petits prismes incolores. Le sel de baryum est assez soluble dans l'eau chaude. Il reprécipite par refroidissement en poudre blanche.

L'acide sulfinique du sulfure de diphénylène, traité par Cl^2SO, conduit à un sulfichlorure trop fragile pour être isolé, mais qui, condensé en milieu sulfocarbonique et en présence de Cl^6Al^2, avec une molécule de sulfure de diphénylène, fournit une didiplénylènesulfuresulfinone

$$\underbrace{C^6H^4 - C^6H^3}_{S} - SO - \underbrace{C^6H^3 - C^6H^4}_{S} \quad f = 260°.$$

II. *Diphénylènesulfuremonothiol*. — L'acide sulfinique du *sulfure de diphénylène* est réduit en milieux aqueux, à 15°, par la poudre de zinc. Il se forme d'abord le disulfure de diphénylènesulfure, fines aiguilles incolores $f = 175°$. Il est peu soluble dans les solvants habituels, très soluble dans le sulfure de carbone. Pour passer au thiol correspondant, il suffit, dans la réduction précédente, d'élever la température du milieu réactionnel à 90° et d'ajouter une nouvelle quantité de poudre de zinc. On

(1) Ch. Courtot et Pomonis, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 893; Pomonis, *Thèse de Doctorat d'Université*, Nancy, 1926.

extrait alors plusieurs fois le mélange à l'éther, débarrassé du peroxyde. La solution éthérée dépose un corps blanc jaunâtre, fondant à 81°. C'est un corps peu soluble dans les solvants organiques, peu stable, s'altérant facilement à la lumière. Il se transforme, même sous l'influence de l'oxygène de l'air et à froid, en disulfure de diphénylènesulfure décrit plus haut.

Nous en avons préparé les dérivés acétylé, benzoylé et éthylé.

a. Dérivé acétylé. — Le thiol du diphénylènesulfure, traité en milieu benzénique par de la soude — pour former le dérivé sodé — puis par du chlorure d'acétyle, conduit au dérivé acétylé correspondant. Recristallisé plusieurs fois du benzène, le dérivé acétylé est un corps blanc, $f = 122°$. Il se présente en lamelles assez bien formées.

b. Dérivé benzoylé. — Un traitement analogue effectué avec du chlorure de benzoyle donne le benzoate du diphénylènesulfurethiol. Ce composé, recristallisé de l'éther de pétrole, fond à 116° et se présente en lamelles blanc jaunâtre, assez solubles dans la plupart des solvants organiques.

c. Dérivé éthylé. — L'éthylsulfure diphénylènesulfure est préparé d'une façon analogue avec du bromure d'éthyle. Il est recristallisé de l'éther de pétrole duquel il se dépose en petits cristaux cubiques, blanc jaunâtre, $f = 93°$.

Nous sommes arrivés au même thiol du diphénylènesulfure à partir du nitrodiphénylènesulfure ($f = 184°$) décrit précédemment (*loc. cit.*).

Ce dérivé a été réduit en l'amine correspondante et celle-ci, diazotée, fut soumise à l'action de l'éthylxanthogénate de potassium. L'éther diphénylènesulfure thioxanthogénique, purifié par recristallisation dans l'éther, est décomposé par la potasse caustique, ce qui conduit au sel de potassium du diphénylènesulfure thiol et à un peu de diphénylènesulfure disulfure. Le sel de K est traité par C^6H^5COCl, le dérivé benzoylé est purifié comme (*b*). Il fond au même point et l'épreuve par mélange n'accuse pas d'abaissement. L'examen au microscope indique des cristaux identiques.

Il résulte de l'expérimentation précédente que les substituants SO^3H et NO^2, dans nos conditions opératoires, occupent la même position dans le sulfure de diphénylène. Or, par application de la réaction de Sandmeyer au dérivé aminé susmentionné, nous avons remplacé le groupe NH^2 par du chlore, du brome, de l'iode [1]. D'autre part la chloruration directe du sulfure de diphénylène conduit à un dérivé monochloré identique à celui que fournit la réaction de Sandmeyer. Il en est de même en ce qui concerne la bromuration. *Il existe donc très nettement une position privilégiée de monosubstitution dans le sulfure diphénylène.*

---

[1] Ch. Courtot, L. Nicolas et Tchang Han Liang, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1624.

D'autre part, une position de bisubstitution, symétrique de la première, et identique à celle-ci dans le second noyau benzénique du sulfure de diphénylène, existe dans cette intéressante molécule, *que les substituants soient identiques ou non*. En effet, par nitration du dérivé monobromé F = 126°, nous obtenons un monobromomononitro-diphénylènesulfure identique au produit de bromuration du dérivé nitré [1]. De plus, le dérivé monosulfuré, soumis à la nitration, conduit à un nitrosulfodiphénylènesulfure identique à celui obtenu par sulfonation du dérivé mononitré [2]. Enfin, le dérivé bromonitré, par réduction du groupe nitro en groupe amino et transformation de ce dernier en élément bromo, permet d'obtenir le dibromodiphénylènesulfure identique au dérivé bromé de bromuration directe F = 229°. Étant donné la formule actuellement admise par les chimistes pour représenter le sulfure de diphénylène, *il résulte déjà, de la série de réactions précédentes, que les deux substituants occupent, dans chacun des noyaux benzéniques, une position symétrique par rapport à l'atome de soufre et, par conséquent, par rapport à la liaison diphénylique.*

Ceci, joint aux résultats acquis antérieurement [3], établit que les éléments ou groupes chloré, bromé, iodé, aminé, nitré, sulfoné, sont situés soit en position ortho, soit en position para vis-à-vis du soufre, dans le sulfure de diphénylène.

GÉOLOGIE. — *Sur le métamorphisme.* Note de M. **R. Perrin**, présentée par M. de Launay.

L'action des laitiers sur les revêtements de fours s'accompagne de véritables destructions de la paroi et d'imprégnations du revêtement attribuées jusqu'ici à la porosité de ce dernier qui absorbait le liquide par effet physique. L'étude des phénomènes qui se passent au contact de revêtements de silice et de laitiers siliceux complexes, analogues, comme composition, aux roches éruptives, conduit à une conception nouvelle de tels phénomènes. On constate, en effet, à titre d'exemple, qu'un laitier siliceux contenant

---

(1) Ce composé a été réduit en sulfure de bromoaminodiphénylène; on en a fait les dérivés acétylé et benzoylé et, pour les trois couples de corps, les points de fusion sont identiques.

(2) Le sulfochlorure fond à 257°.

(3) Ch. Courtot et Chaix, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1667.

18 pour 100 de Al^2O^3, 16 pour 100 de TiO^2, 13 pour 100 de MgO et 3,5 de CaO, en présence d'une paroi de silice, titrait après une heure de séjour, 12 pour 100 d'Al^2O^3, 6 pour 100 de TiO^2, 5 pour 100 de MgO et 3,5 de CaO. Les trois premiers éléments ont baissé dans des proportions radicalement différentes, la chaux n'a pas changé. De tels faits excluent toute hypothèse de dilution simple, ou d'imprégnation du revêtement par le laitier liquide. Force est bien d'admettre que les différents éléments ont diffusé de façon tout à fait inégale dans la paroi. Si, après une telle opération, l'on charge un nouveau laitier différent, on observe une migration en sens inverse: si ce laitier ne contenait, au début ni alumine, ni TiO^2 par exemple, on y dose après séjour des quantités très apréciables de ces corps. L'expérience prouve que, en faisant varier l'analyse du laitier, l'on peut changer et même inverser les proportions respectives des éléments qui diffusent dans le revêtement. Enfin l'analyse des revêtements dans des parties visiblement non scorifiées, confirme cette migration à l'état solide et montre qu'elle s'étend en profondeur, la teneur en éléments diffusés diminuant au fur et à mesure que l'on s'écarte du bain, après une opération de courte durée.

Il se produit donc des échanges réciproques constants entre laitiers et parois et entre les couches successives de la paroi, donc entre corps solides: ces échanges obéissent à des lois.

Les différents silicates existant dans le laitier sont plus ou moins dissociés. Il y a réaction entre les oxydes libres et la silice du revêtement, puis migration progressive desdits oxydes dans les parties non en contact avec le laitier. La diffusion inégale des différents corps sera conditionnée par la concentration de ces corps à l'état libre, d'une part, et, d'autre part, par les constantes des équilibres. Ces échanges sont généraux; on en constate en parois basiques. Dans le cas le plus général, on peut avoir, d'une part, dissolution partielle de la paroi dans le laitier et parallèlement absorption d'éléments du laitier dans la paroi, ce qui en modifie le point de fusion et peut l'abaisser au-dessous de la température du laitier, d'où attaque ou *digestion*.

La transposition de telles diffusions réalisées en des temps très courts d'un liquide à un solide et entre les différents points d'un solide pourtant peu compact (la paroi), dans le domaine et à l'échelle géologiques, permet d'affirmer qu'elles ont dû intervenir dans les phénomènes de métamorphisme, et donne une explication suffisante de beaucoup de ces phénomènes, sinon

de tous, tout en permettant de prévoir la nature des lois auxquelles ils obéissent. Il n'est besoin de faire intervenir aucun élément gazeux, aucune fumerolle. Tout le métamorphisme semble pouvoir se déduire de réactions entre liquides et solides ou entre solides. La composition des éléments en présence, la température et la durée de l'action seront les données fondamentales qui conditionnent l'allure du phénomène. Il y aura modification réciproque des terrains réagissants : exomorphisme et endomorphisme. Les diffusions dans les corps solides ou pâteux sont très influencées par les résistances passives de toutes sortes, et le métamorphisme pourra affecter des allures très irrégulières; enclaves réciproques. Si la modification de composition de la roche et la température sont suffisantes pour qu'il y ait fusion ou tout au moins possibilité de recristallisation, il y aura digestion. Celle-ci peut, d'ailleurs, s'étendre de proche en proche à des terrains déjà transformés à distance à température plus basse et où auront pu naître de gros cristaux (influence de la température sur les vitesses respectives de germination et d'accroissement des cristaux), et la roche digérée contiendra ainsi des phénocristaux formés antérieurement, qui pourront être de composition différente et plus ou moins corrodés lors de l'action ultérieure de digestion. Les échanges à haute température pendant un temps suffisamment long doivent à la limite conduire à l'homogénéisation complète : allure de massifs; sinon il y aura variation progressive de la composition : différenciation, zones de métamorphisme. Tous les types de passage pourront et devront être observés. Les échanges chimiques, se faisant par les éléments libres, seront le moins altérés par le transformisme, les roches à composés définis stables comme le carbonate de chaux : les calcaires. Enfin la diffusion solide de certains éléments devra chasser devant elle d'autres éléments existant antérieurement; par exemple la silice doit chasser les acides faibles : concentration des éléments borés ou fluorés en bordure des massifs ou en certains points de ceux-ci; vu la très faible miscibilité des silicates avec les sulfures, la diffusion de silice doit tendre à concentrer les sulfures en amas. Certains amas de sulfures ainsi que d'ilménite, de magnétite, de corindon sont peut-être dus à des causes semblables.

Dans une telle théorie chaque portion de l'écorce soumise à des températures assez élevées, parvenue au contact de magmas fondus ou pâteux, ou parce que ramenée en profondeur, doit donner naissance à des échanges à l'état solide et à des transformations profondes, allant de la plus faible minéralisation jusqu'à l'homogénéisation en massifs, selon les conditions

de température et la durée de maintien à chaque température θ, donc en gros en fonction de l'intégrale $\int \theta\, dt$. Les laves elles-mêmes n'échappent pas en général à de tels phénomènes, elles peuvent être plus ou moins transformées au cours de leur ascension, et nous ne pouvons jamais atteindre la vraie nature du magma profond.

GÉOLOGIE. — *Sur l'allure du Synclinal de Rognette et l'enracinement du pli couché des Bessillons* (*Var*). Note de M. **Albert-F. de Lapparent**, présentée par M. Ch. Jacob.

Les recouvrements observables entre Barjols et Lorgues (Var) avaient été interprétés par Marcel Bertrand [1] et Zurcher dès 1889, comme appartenant à un seul grand pli couché, déversé vers le Nord sur 3^{km} au moins. Reprenant plus tard l'hypothèse que Marcel Bertrand avait suggérée pour la Basse-Provence, des auteurs [2] ont pensé qu'il s'agissait non point d'un pli enraciné immédiatement au Sud de Salernes, mais que les multiples sinuosités du contact n'étaient que le bord d'une grande nappe s'étendant plus au Nord, et dont on retrouverait l'autre bord lui faisant face, près d'Aups, par-dessus le Jurassique autochtone. Malgré les critiques de M. Repelin, Emile Haug [3], plus récemment, avait cru pouvoir admettre l'existence dans ces régions, non pas d'une seule nappe des Bessillons, mais de trois nappes, qui se distingueraient l'une de l'autre par les faciès gréseux, argileux ou calcaire du Rognacien.

Des recherches récentes m'ont montré l'impossibilité de baser une telle conclusion sur les variations de faciès de cet étage.

En réalité, on se trouve en présence de sédiments lacustres, généralement argileux, dans lesquels s'intercalent des niveaux gréseux ou calcaires, d'allure lenticulaire. Dans le Rognacien du synclinal de Salernes, j'ai retrouvé les « grès à Reptiles » fossilifères, au-dessus des marno-calcaires à *Bauxia*. Dans la plaine de Rognette, j'ai pu distinguer deux niveaux stratigraphiques. A la base, le Rognacien principalement argileux, avec lentilles de grès bruns, à ossements de Dinosauriens, et de brèches polychromes, recouvre au Nord de nombreux gîtes de bauxite; au-dessus du Rognacien, au centre du synclinal, des argiles rouge vif, des sables micacés bleutés et des poudingues à dragées de quartz, représente une partie de l'Éocène inférieur.

---

[1] *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, **17**, 1889, p. 234.

[2] E. Haug et L. Bertrand, *Comptes rendus*, **154**, 1912, p. 147.

[3] *Mém. Carte géol. de la France*, **2**, 1930, p. 156.

Venant aux dispositions tectoniques, je signalerai quelques faits particulièrement importants.

Au Sud de la plaine de Rognette, une falaise de calcaires dolomitiques hettangiens, poussés vers le Nord, forme la base de la série normale des Bessillons. Or, si l'on suit le contact de l'Ouest vers l'Est, à partir du vallon transversal situé à 1^{km} de Pontevès, on voit réapparaître partout, sous l'Éocène, les argiles, grès bruns et brèches du Rognacien; toutes ces couches sont *repliées en charnière synclinale*, et légèrement déversées vers le Nord. L'important lambeau de poussée de Sainte-Catherine est constitué par une série inverse allant du Jurassique supérieur aux calcaires marneux bajociens-bathoniens fossilifères. Tous ces termes sont affectés d'un fort pendage vers le Sud, et reposent, suivant une surface de traînage horizontale, en discordance tectonique sur la tranche des bancs rognaciens *verticaux*. A partir des Muets, le synclinal, de plus en plus étroit, tourne au Sud-Est vers Cotignac, et par suite d'un décollement, se trouve chevauché par les calcaires marneux du Jurassique inférieur. Mais bientôt, l'Hettangien vient reposer de nouveau sur les argiles rouges, réduites à quelques mètres de largeur. Le chevauchement et le synclinal se terminent au Sud-Est du Poucet dans un enveloppement de calcaires marneux bajociens-bathoniens, et l'accident *ne se continue pas vers le Nord-Est* : dans cette direction, en effet, l'allure de ces calcaires marneux est régulière, et je n'ai pu y trouver trace d'une discontinuité qui justifierait le contact anormal figuré sur la feuille de Draguignan au 80000e.

A cette extrémité orientale, le flanc nord du synclinal est de structure toute différente. Tandis que près du gîte de bauxite des Vaches, le Jurassique supérieur s'enfonce régulièrement sous le Rognacien, entre ce point et Case-Neuve les calcaires marneux du Jurassique inférieur se trouvent en contact avec l'Éocène. Mais dans l'angle au Nord, on voit ces calcaires marneux sortir de dessous le Jurassique supérieur à la faveur d'une faille; là, les grès et argiles rognaciens, fortement redressés, sont *appliqués contre et sur les calcaires marneux de la lèvre soulevée*, par l'intermédiaire d'une brèche de friction. Cette faille d'affaissement, jalonnée par une zone froissée, se continue au Sud-Est jusqu'en face du Poucet. Le Jurassique de Case-Neuve forme à son tour le flanc normal d'un nouveau chevauchement vers le Nord, qui constitue l'extrémité occidentale d'un autre pli, le pli de Salernes. J'ai pu m'assurer que même dans l'angle des Cabanons, le Rognacien du synclinal de Rognette repose sur les dolomies jurassiques à pendage sud.

Ces observations de détail conduisent aux conclusions suivantes :

1° Les dépôts rognaciens-éocènes de Rognette et ceux de Salernes sont répartis *dans deux synclinaux distincts*, et la faille de Case-Neuve ne représente pas un décrochement NW-SE dans le recouvrement d'un même synclinal [1].

2° Dans plusieurs coupes, Zurcher [2] avait figuré l'Éocène inférieur

---

[1] Cf. MARCEL BERTRAND, *Mémoire sur les refoulements*, p. 175.

[2] *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, 19, 1891, pl. XXVIII, coupes I, II, III.

plongeant au Sud et s'enfonçant profondément sous le chevauchement des Bessillons, qu'il considérait d'ailleurs comme enraciné. L'étude détaillée du contact m'a montré la charnière synclinale visible entre Pontevès et Rognette, de telle manière que le synclinal ne peut se continuer bien loin sous la masse chevauchante.

3° Le pli des Bessillons se termine et s'enracine au Sud-Est [1] près de Cotignac, sans rejoindre le chevauchement de Saint Barnabé-Sillans; les calcaires marneux bajociens-bathoniens du flanc normal des Bessillons font, en effet, le tour de cette terminaison, et se relient sans discontinuité à la série de Case-Neuve, qui, elle-même, s'enfonce indiscutablement sous le Jurassique supérieur autochtone du flanc nord du synclinal, vers Rognette et les Cabanons. Là commence *un autre pli couché*, le pli de Salernes, qui *relaye en avant* le pli des Bessillons.

CLIMATOLOGIE. — *Influence de la température et de la saison sur la mortalité.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. d'Arsonval.

Les relations entre les éléments météorologiques et le nombre de décès par maladies inflammatoires des organes de la respiration, à Paris, ont été anciennement étudiées par l'auteur [2] sur les données du *Bulletin hebdomadaire de Statistique municipale* pour les dix années 1904-1913. Il a paru utile de refaire cette étude sur une période récente, les dix années 1923-1932.

Les données ont été prises dans le même Bulletin, devenu décadaire, mais où l'on trouve les éléments nécessaires pour calculer les totaux et moyennes par semaine. Il ne sera question ici que des influences de la température et de la saison. On peut faire ressortir la seconde en comparant les chiffres de mortalité correspondant à une même température mais relatifs à des époques différentes de l'année. Comme température, c'est naturellement la moyenne annuelle qu'on choisira.

---

(1) Les cultures et la végétation rendent malaisée l'étude de sa terminaison occidentale. Cependant la série normale, au Sud-Ouest de Pontevès, passe, à sa partie inférieure, au Trias de Barjols, que des observations personnelles et les arguments développés par M. Repelin (*Comptes rendus*, 158, 1914, p. 286) me portent à considérer comme autochtone.

(2) Voir *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 686, et *Annales des Services techniques d'hygiène de la Ville de Paris*, 2, 1920, p. 181.

Le travail est conduit de la façon suivante : Au moyen des statistiques hebdomadaires des dix années, on calcule le nombre moyen de décès aux diverses températures et aux diverses époques de l'année, en groupant les températures par tranches de 2° et en réunissant 12 semaines. On distingue, dans l'année, 13 époques de cette durée, empiétant les unes sur les autres.

En première approximation, le nombre de décès peut être considéré, pour chaque époque, comme une fonction linéaire de la température. On calcule les deux constantes de cette fonction par la méthode des moindres carrés. Le coefficient angulaire de ces droites est toujours négatif. Sa valeur absolue est maxima à la fin de l'hiver, minima à la fin de l'été. Les équations linéaires ainsi déterminées indiquent quelle est, aux différentes époques de l'année, la mortalité correspondant à la température moyenne annuelle (10° en chiffre rond).

Ce n'est là qu'une première étape. Pour aller plus loin, on compare les mortalités observées et calculées et l'on fait la moyenne des différences relatives à la température moyenne de l'époque et aux températures qui s'en écartent de 2°, 4°, etc. en plus ou en moins. Les corrections obtenues, exprimées en pour 100, sont les suivantes :

	Écart de la température à la moyenne de l'époque.								
	−8°.	−6°.	−4°.	−2°.	0°.	+2°.	+4°.	+6°.	+8°.
1904-1913.....	−4	+6	+2	+1	−1	0	+1	+8	+23
1923-1932.....	+2	+3	+2	0	−2	−3	+4	+6	+21

On voit qu'aux températures supérieures d'au moins 4° à la moyenne de l'époque la mortalité est plus grande que ne l'indique la formule linéaire et que cet excès s'accroît considérablement quand l'excès de température augmente. En corrigeant au moyen de la petite table ci-dessus les chiffres de mortalité pour une température de 10° primitivement trouvés (la correction ne dépasse dans aucun cas 7 pour 100), on obtient finalement, pour les deux périodes de dix ans, les chiffres portés aux colonnes 1 et 2 du tableau qui suit :

Nombres de décès en une semaine réduits à la température de 10° et à 10⁶ habitants.

Époque de l'année.	1904-1913 (décal. 3 sem.) 1.	1923-1932. (décal. 3 sem.) 2.	1923-1932 (décal. 1 sem.) 3.
15 janvier	57	51	45
12 février	63	**54**	**54**
12 mars	**64**	49	50
9 avril	57	44	48
7 mai	55	41	46
4 juin	54	37	42
2 juillet	48	32	32
30 juillet	33	28	23
27 août	**30**	**25**	**22**
24 septembre	40	32	29
22 octobre	46	34	31
19 novembre	46	39	34
16 décembre	54	45	37

Dans tout ce qui précède, la température n'est pas celle de la semaine où les décès sont constatés, mais celle de l'antépénultième semaine. La mortalité au cours d'une semaine dépend en effet des températures qui se sont succédé depuis un certain temps. Les premières recherches de l'auteur avaient paru indiquer que la corrélation entre la mortalité et la température était maxima pour un intervalle de 3 semaines. Un examen plus approfondi des deux périodes de 10 ans conduit à réduire cet intervalle à 1 semaine. En conséquence, tout le travail a été refait pour les 10 années 1923-1932 en rapportant les chiffres de mortalité à la température de la semaine précédente. Les résultats sont donnés dans la colonne 3 du tableau. Ils ne diffèrent pas beaucoup de ceux qui avaient été obtenus, avec un décalage de 3 semaines, entre la température et la mortalité.

En définitive, l'influence propre de la saison sur le nombre de décès par maladies inflammatoires des organes de la respiration, à Paris, est représentée par une courbe très simple, qui passe par son maximum en février-mars et par son minimum en août. A elle seule, cette influence fait varier la mortalité plus que du simple au double.

BOTANIQUE. — *Sur la structure caractéristique du bulbe chez les Scilles de la section* Euscilla *Chd.* Note de M. **Pierre Chouard**, présentée par M. L. Blaringhem.

Depuis plusieurs années, l'étude des bulbes des Scillées m'a montré que leur structure et leur développement fournissaient les meilleurs caractères pour la classification ([1]). En voici un exemple nouveau :

Parmi les Scilles du Jardin botanique de Kew (Angleterre), les trois suivantes, *Scilla messenica* Boiss., une race de *S. bithynica* (Boiss.), et *S. Hohenackeri* Fish. et Mey., quoique bien distinctes, présentent en commun des caractères importants :

les racines sont simples, non ramifiées, renouvelées chaque année;

les bulbes ne sont enveloppés que d'un très petit nombre d'écailles sèches et mortes. Durant toute leur vie, les écailles gardent presque la même hauteur, puis meurent et disparaissent rapidement, du sommet à la base;

les écailles fraîches sont bien appliquées. Elles sont modérément embrassantes, n'entourant que la moitié environ de la circonférence du bulbe. Les plus jeunes sont plus embrassantes; le limbe qui les surmonte forme un long fourreau à bords recouvrants. Les bords des écailles sont droits, c'est-à-dire qu'ils se terminent, à la base, perpendiculairement au bord du plateau;

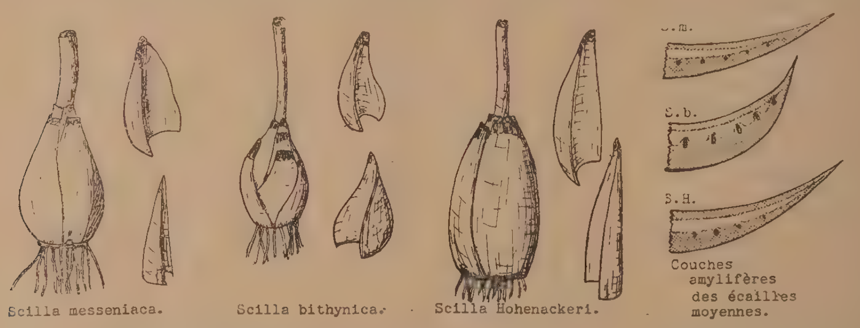
chaque année, après la floraison, il se produit une à trois écailles sans limbe, de plus en plus petites; puis, au printemps suivant, des écailles porteuses de limbe, en commençant par la plus grande. Les écailles tubérisées, même anciennes, ont des poids qui se succèdent dans le même ordre de grandeur relative. La proportion des écailles sans limbe est toujours élevée : il y en a une pour deux ou trois feuilles vertes. Au total, chaque bulbe est formé par les bases tubérisées des dernières feuilles et par les écailles formées pendant les deux années précédentes au moins;

enfin, la hampe florale fléchit sous le poids des capsules mûres; et les bractées florales sont toujours petites, souvent tronquées, entières, bilobées ou bifides.

([1]) P. Chouard, *Ann. des Sc. nat., Bot.*, 10e série, 8, 1927, p. 299, et 13, 1931, p. 131; *Thèse*, Paris, 1930; *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 74.

Tous ces caractères sont précisément ceux que j'avais déjà notés comme possédés en commun par les *Scilla bifolia* L., *sibirica* Andr., *amoena* L., et *cilicica* Siehe. Sur leur constante corrélation dans ces quatre espèces, j'avais établi la diagnose de la section révisée *Euscilla* Chd., et j'avais moi-même indiqué, d'après ce que l'on pouvait en voir en herbier, que *S. messeniaca* devait appartenir à la même section (¹), ce que l'observation sur le vif a bien confirmé.

En 1933, Mlle V. Galap a montré qu'un autre caractère de la section *Euscilla*, telle que je l'entends, est fourni par la répartition de l'amidon dans les écailles (²) : il est situé en deux couches pluricellulaires, séparées par un intervalle de plusieurs rangées de cellules sans amidon. Les trois



Aspect du bulbe, d'une écaille sans limbe et d'une écaille foliifère de la région moyenne du bulbe, chez les trois Scilles étudiées ici. A droite, coupes montrant la répartition de l'amidon, figuré en grisé.

Scilles que je viens d'examiner présentent aussi ce caractère de la manière la plus typique.

Les flores n'ont mentionné, jusqu'ici, que les caractères de la fleur ou de l'inflorescence qui permettent de bien distinguer entre elles les espèces. Mais en voulant se fonder sur les mêmes caractères pour faire la diagnose des genres et des sections, la plupart des auteurs ont été amenés à des rapprochements artificiels : ainsi J. G. Baker (³) rapproche-t-il *S. Hohenackeri*, plante d'Orient, des *Endymion* atlantiques à cause des bractées bifides de l'une et des longues bractées doubles des autres.

Au contraire, l'ensemble des caractères de structure et de dévelop-

---

(¹) P. Chouard, *Bull. du Mus.*, 2e série, 2, 1930, p. 698.

(²) *Ann. des Sc. nat., Bot.*, 10e série, 15, 1933, p. 307.

(³) J. G. Baker, *The Journ. of the Linn. Soc., Bot.*, 13, 1872 (1873), p. 209.

pement du bulbe, associés chez ces espèces avec constance, confère une valeur réelle aux nouveaux rapprochements systématiques que j'ai faits. Ils trouvent leur justification, non seulement dans les hybridations déjà réussies entre celles des espèces d'une même section que je possédais vivantes, mais encore dans la commune origine géographique de tous les représentants d'une même section. C'est ainsi que les trois nouvelles Scilles étudiées ici proviennent, comme les autres *Euscilla*, du domaine oriental : Balkans, Attique, Asie Mineure, Turkestan, Perse.

Ces résultats confirment donc la portée très générale de la méthode de classement des plantes bulbeuses d'après les caractères végétatifs du bulbe, méthode que j'ai préconisée depuis plusieurs années.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractérisations chimiques des alcaloïdes volatils émis par la Ciguë*. Note de MM. **J. Chaze** et **M.-M. Janot**, présentée par M. Molliard.

L'un de nous a montré, au point de vue histochimique, que la Ciguë ([1]) comme le Tabac ([2]) pouvait dans certaines conditions rejeter une partie de ses alcaloïdes à la face externe de l'épiderme, sous forme de gouttelettes, qui étaient ensuite volatilisées dans l'atmosphère. Une expérience ultérieure ([3]) avait apporté la vérification de ce phénomène en ce qui concerne le Tabac. Les résultats que nous présentons ici ont trait à la Ciguë. Nous sommes parvenus à recueillir les alcaloïdes volatils exsudés par cette plante et à les caractériser, au point de vue chimique, d'une façon précise.

L'appareillage que nous avons mis en œuvre est assez semblable à celui que nous avons utilisé pour le tabac, et que nous avons déjà décrit. Toutefois nous y avons apporté les modifications suivantes : le chauffage de la cloche a été complété par l'adjonction d'une résistance électrique avec rhéostat (lampe à filaments de charbon entourée d'un manchon d'amiante et placée à l'intérieur de la cloche). Ce chauffage supplémentaire n'a été utilisé que lorsque l'eau d'évaporation se condensait trop intensément sur les parois de la cloche. On a pu ainsi réaliser pendant le jour une température variant entre 30 et 35°. Le chauffage était interrompu

---

([1]) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1148.
([2]) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 837.
([3]) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1268.

pendant la nuit, mais la circulation d'air était maintenue avec toutefois une intensité plus faible.

Les deux barboteurs de sortie contenaient chacun 10^{cm^3} d'iodobismuthate de potassium (réactif de Dragendorff) déjà utilisé par l'un de nous [1] pour les préparations galéniques de Ciguë. Un examen histochimique des épidermes, avec les réactifs alcaloïdaux appropriés, nous avait permis de constater que la teneur alcaloïdale à l'intérieur des éléments anatomiques était faible; que l'exsudation se manifestait seulement au niveau de l'ostiole de quelques rares stomates, et avec peu d'intensité (les plantes atteignaient 15^{cm} de longueur). Dans son ensemble, le phénomène était extrêmement réduit par rapport à celui que nous avions mis en évidence dans les plantes adultes en voie de floraison ou de fructification.

Le semis de Ciguë fut alors introduit sous la cloche et l'appareillage entra en marche le 7 mai; le lendemain, le réactif de Dragendorff contenu dans le premier barboteur présentait un trouble dû à une légère hydrolyse, trouble qui disparut les jours suivants, la solution étant alors homogénéisée. Le 14 mai, l'expérience prit fin. Nous avons alors procédé aux observations suivantes : une goutte de la solution du premier barboteur examinée au microscope présentait des cristaux de forme et de couleur diverses qu'il importait alors de séparer et de caractériser. A cet effet, les solutions contenues dans chacun des laveurs sont placées séparément dans un cristallisoir et concentrées dans le vide en présence d'acide sulfurique et de pastilles de potasse, répartis en deux récipients. Dès que la cristallisation est abondante, on sépare les eaux mères des cristaux.

Le magma cristallin issu du premier barboteur, examiné au microscope, présente entre autres cristaux quelques prismes rouge foncé, alors que celui provenant du deuxième barboteur n'en contient pas. On reprend par l'acétate d'éthyle dans lequel les cristaux rouges se dissolvent et l'on procède à une cristallisation fractionnée. Après trois opérations, le résidu obtenu est traité par l'éther et il demeure quelques prismes rouge foncé, insolubles, très bien cristallisés, que l'on sépare à la spatule. Ils sont en tout point identiques à ceux d'iodobismuthate de conine obtenus à partir du bromhydrate de conine cristallisé. Des microphotographies comparées des produits des deux origines montrent que les angles sont superposables.

Tous les résidus cristallins, *colorés*, obtenus soit spontanément, soit par évaporation à siccité des eaux mères sont réunis et entraînés par de la

---

(1) *Bull. Sciences pharmacologiques*, **36**, x, 1929, p. 529.

soude dans un petit ballon tubulé. On distille avec précaution et l'on recueille soigneusement les premières gouttes provenant de la condensation de la vapeur d'eau. Ce liquide possède l'odeur vireuse caractéristique de la conine, donne une réaction nettement alcaline, se colore en rose rouge par la solution diluée de nitroprussiate de sodium. Les acides silicotungstique et chloroplatinique ne donnent pas de précipité, la concentration en alcaloïdes étant insuffisante.

Par cet ensemble de réactions, nous pensons avoir démontré que le réactif utilisé a fixé un alcaloïde volatil à l'état d'iodobismuthate dont la forme cristalline, la couleur, les solubilités dans l'éther et l'acétate d'éthyle et les réactions, sont identiques à celles de l'iodobismuthate de conine.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La résistance individuelle des microorganismes et particulièrement des levures aux radiations ultraviolettes.* Note de M. J. **Beauverie**, présentée par M. Molliard.

Si l'action des radiations ultraviolettes s'exerçant sur des microorganismes très divers, champignons ou bactéries, n'a pas été suffisante pour produire la mort, on remarque que les ensemencements d'épreuve donnent des colonies retardataires et moins nombreuses par rapport au témoin; leur apparition s'échelonne dans le temps. Ces faits nous ont fait préjuger d'une résistance individuelle des cellules. Pour le vérifier, il fallait réaliser des conditions expérimentales telles que toutes les cellules reçoivent une égale quantité d'énergie au cours de l'irradiation, dans un milieu dont la faculté d'absorption des rayons soit négligeable. M. Ed. Gilles et Mlle Lafay ont réalisé, dans un autre but, un dispositif qui s'approche de ces conditions (1); nous avons employé une technique plus simple et qui nous paraît atteindre le but poursuivi; à savoir : les organismes étalés sur une seule épaisseur dans un milieu dont l'absorption n'est pas sensible. Nous nous sommes servi du *Saccharomyces cerevisiæ*, préférable aux bactéries employées par Gates (2) à cause de leur taille et de leur plus grande complexité cytologique.

On part de jeunes cultures sur moût de bière gélosé; on fait une émul-

(1) E. Gilles et Mlle A. Lafay, *C. R. Soc. de Biologie*, **116**, 1934, p. 1115-1119.

(2) F. L. Gates, *Science*, **114**, 1933, p. 350. Voir aussi Holweck et Lacassagne, *Soc. de Biol.*, **111**, 1931, p. 814.

sion assez diluée dans l'eau ordinaire et, avec celle-ci, des préparations sous lamelle de cellophane; il est facile de vérifier sous le microscope que l'on n'a qu'une seule épaisseur de cellules et la couche d'eau est tellement mince que l'absorption en est négligeable. Nons insisterons ailleurs sur tous les services que peut rendre la lamelle de cellophane pour l'irradiation aux rayonnements ultraviolets. On sait qu'elle est traversée par les rayons jusqu'aux très courtes longueurs d'ondes (2500 Å) et laisse donc passer les rayons abiotiques. De plus, les préparations ainsi faites peuvent être directement observées au microscope même avec immersion. On peut conserver ces préparations vivantes sous cloche à atmosphère saturée d'humidité. Les numérations d'individus sont faciles.

Nous avons répété plusieurs fois l'expérience suivante avec des variantes :

On fait, par exemple, 10 préparations sous cellophane; une servira de témoin et sera conservée sous cloche humide; 8 d'entre elles seront soumises à l'irradiation, 4 pendant 3 minutes, 4 pendant 30 secondes, 1 pendant 5 minutes.

Nous nous servons d'une lampe Gallois à vapeur de mercure, à haute tension (400 watts, 15000 volts), la préparation étant à 30^{cm} des brûleurs; l'émission des rayons infrarouges y est très réduite.

Ensuite, on fait l'ensemencement d'épreuve sur moût de bière gélosé à surface inclinée en tube à essai; pour cela, on prélève un öse (toujours le même) respectivement dans une préparation de 3 minutes, dans une de 30 secondes, dans celle de 5 minutes; enfin, un tube est ensemencé avec l'émulsion de départ, il servira de témoin. Pour l'ensemencement, l'öse sert à prendre l'émulsion (on enlève la lamelle de cellophane et l'on applique l'öse sur l'émulsion); on l'agite dans le moût de bière liquide du fond du tube, on penche celui-ci pour promener le liquide ensemencé sur toute la surface de la gélose. On met ces tubes à l'étuve à 24°, tandis que les préparations restantes, destinées à des observations ultérieures, sont placées sous cloche humide. Toutes les levures étaient tuées pour 5 minutes d'exposition; avec 30 secondes, on observe un départ de colonies avec un retard sur le témoin; avec 3 minutes, le retard est plus grand. Tandis que les colonies sont nombreuses chez le témoin, elles le sont moins pour 30 secondes et bien moins pour 3 minutes. Les résultats sont comparebles, puisqu'on a ensemencé dans chaque tube une quantité sensiblement égale de cellules. Les différences sont très nettes.

Des cellules ont donc été tuées, puisque le nombre des colonies reste constamment inférieur à celui du témoin; il y a eu, d'autre part, des

cellules seulement retardées dans leur développement puisque des colonies apparaissent avec un retard qui est d'autant plus grand que l'irradiation a été plus longue. Des cellules ont, en somme, subi une période de latence avant de reprendre leur végétation. Cette période de latence présente un intérêt particulier; c'est ce qui la caractérise? C'est évidemment l'arrêt du bourgeonnement, ce sont aussi des modifications de l'état structural de la matière vivante. Pour les observer, parallèlement aux constatations macroscopiques, nous avons fait des observations microscopiques à l'aide des préparations conservées sous cloche humide : chaque jour, en même temps que nous opérions la numération des colonies dans les tubes de culture, nous ajoutions aux préparations du liquide de Ruszicka qui permet de distinguer les cellules mortes (bleues par le bleu de méthylène) et vivantes (vacuole rouge par le rouge neutre). La proportion des cellules vertes et rouges est bien celle des colonies; de plus, parmi les cellules rouges (vivantes), on en voit qui ont conservé leur structure normale; elles donneront les premières colonies; les cellules à vacuoles plus ou moins déformées, les cellules à cytoplasme de plus en plus granulisé, donneront des départs plus tardifs, etc. Nous nous sommes assuré que le Ruszicka n'a pas une action sensibilisante sur les cellules ayant subi l'action des rayons ultraviolets. Le fait de conserver les préparations dans l'eau sous cellule en cloche humide n'altère pas leur vitalité. La sporulation s'effectue même dans ces conditions au bout de 4 ou 5 jours.

Nous concluons : Il y a résistance individuelle plus ou moins grande des cellules de levures (et d'autres microorganismes) à l'action des rayons ultraviolets; elle se manifeste : par l'inhibition de la faculté de multiplication, qui constitue le premier effet décelable; par une altération de la structure qui peut être insuffisante pour déterminer la mort et se trouve en quelque sorte réversible. Comme Gates l'a montré pour des bactéries, le résultat négatif d'un ensemencement d'épreuve ne prouve pas la mort des cellules ensemencées, mais seulement la perte de la faculté de multiplication, laquelle peut n'être que temporaire. A cette période de latence dans le développement correspondent des modifications structurales.

CHIMIE AGRICOLE. — *Présence de l'alcool méthylique dans les alcools de vin, de marc et de fruit.* Note [1] de M. **Michel Flanzy**, présentée par M. Paul Sabatier.

A. Trillat [2] conclut à la non-existence de CH^3OH dans les alcools de vin. J. Wolff [3] précise que les alcools de marc et les alcools de fruit en renferment. Al. Ionesco-Matiu et Popesco [4] signalent « la présence normale de CH^3OH en quantités plus ou moins accentuées dans beaucoup de boissons et spiritueux ». Ces travaux reposent sur des méthodes colorimétriques dont l'insuffisance a été démontrée [5]. D'ailleurs on admet encore que la présence de CH^3OH dans les alcools de vin est révélatrice d'une addition frauduleuse.

J'ai repris ces recherches en appliquant la nouvelle méthode de microdosage de CH^3OH [6] à l'analyse d'échantillons d'origine parfaitement connue. Les alcools de vin sont classés en plusieurs catégories.

Eaux-de-vie et trois-six de vin. — Les 10 échantillons d'eau-de-vie et les 20 échantillons de trois-six analysés renferment tous de l'alcool méthylique. Les quantités varient du simple au double, mais elles sont toujours inférieures à 1000^{mg} par litre. Les trois-six sont généralement un peu plus riches en CH^3OH que les eaux-de-vie, cette observation est tout à fait générale et s'applique aux autres catégories d'alcool.

J'appelle *indice méthylique* M la quantité de CH^3OH dosé, exprimée en milligrammes et par litre d'alcool. On voit que les eaux-de-vie et trois-six de vin sont caractérisés par un indice inférieur à 1000.

Eaux-de-vie et trois-six de marc. — Les 8 échantillons d'eau-de-vie et les 12 échantillons de trois-six analysés renferment CH^3OH. Les quantités varient également du simple au double, mais elles sont toujours supérieures à 1000^{mg} par litre. Elles atteignent et dépassent parfois 2000^{mg}. Ces alcools se caractérisent par un indice méthylique M compris entre 1000 et 2000.

Trois-six de piquette. — Les 15 échantillons analysés renferment tous CH^3OH. Les quantités sont très variables. Toujours supérieures à 1000^{mg}

---

(1) Séance du 28 mai 1934.

(2) *Comptes rendus*, **128**, 1899, p. 438.

(3) *Comptes rendus*, **131**, 1900, p. 1323.

(4) *Journ. Pharm. Chimie*, 8e série, **12**, 1930, p. 63.

(5) L. Semichon et M. Flanzy, *Ann. Fals.-Fraudes*, **24**, 1931, p. 80.

(6) M. Flanzy, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 94.

par litre, elles sont généralement voisines de 2000^{mg}. Dans un cas, j'ai trouvé près de 4000^{mg} de CH^3OH.

L'indice méthylique M est voisin de 2000.

Les échantillons précédemment analysés proviennent du département de l'Aude, mais de régions différenciées par leur constitution géologique et leur climat. Les vins qui les ont produits proviennent des cépages suivants : Carignan, Aramon, presque en totalité; et en partie des cépages Grenache, Morastel, Terret.

Eaux-de-vie de cognac. — Les 10 échantillons de marque : Hennessy, Martell et Boulestin, et les 3 échantillons de propriétaire analysés renferment tous CH^3OH. Mais alors que la quantité variait de 300 et 400^{mg} par litre, pour les échantillons de marque, elle atteignait 500 et 800^{mg} pour les échantillons de propriétaire et 1500^{mg} pour un échantillon d'eau-de-vie de piquette. Leur indice méthyllique est tout à fait comparable à l'indice des eaux-de-vie de vin du département de l'Aude.

Les vins qui les produisent proviennent du cépage « Folle-Blanche ».

Eaux-de-vie d'Armagnac. — Les 4 échantillons de propriétaire provenant du canton de Lectoure et les 8 échantillons de marque (Clos des Ducs) analysés renferment tous CH^3OH. La quantité est voisine de 500^{mg} par litre pour les échantillons de marque. Légèrement supérieure pour les quatre autres elle varie de 600 à 800^{mg} par litre. L'indice méthylique M est comparable à l'indice de l'eau-de-vie de vin.

Les eaux-de-vie de propriétaire proviennent d'un mélange, à parties inégales de vins de Folle-Blanche 4/5 et de vins d'Hybride Othello et Noah, 1/5.

Eaux-de-vie de fruits. — Les échantillons sont originaires d'Alsace et comprennent 4 échantillons de kirsch des Vosges, 3 échantillons de mirabelle d'Alsace et 2 échantillons de quetsche d'Alsace. Tous renferment CH^3OH et la quantité varie de 1200 à 1600^{mg}. Elle est bien inférieure aux quantités trouvées par Wolff dans les alcools de quetsche et de mirabelle. Leur indice méthylique M est voisin de celui des eaux-de-vie de marc.

Eaux-de-vie de cidre. — Les analyse sont porté sur 11 échantillons d'eau-de-vie de cidre, dont 6 échantillons de propriétaire récoltant et 5 échantillons de distillerie, tous originaires du Calvados. Tous renferment CH^3OH en quantité très variable; mais alors que celle-ci varie de 750 à 1600^{mg} pour les échantillons de propriétaire, elle varie de 300 à 1200^{mg} par litre, pour les échantillons de distillerie. L'indice méthylique M varie sensiblement; on peut lui attribuer une valeur moyenne de 1000.

Eaux-de-vie de poiré. — Trois échantillons originaires du Calvados ren-

ferment également de l'alcool méthylique; les quantités varient de 660 à 750^{mg} par litre.

Eaux-de-vie de marc de cidre. — Je n'ai pu me procurer que deux échantillons provenant du Calvados. Les quantités de CH^3OH atteignent 5900 et 6300^{mg} par litre. L'indice méthylique M est particulièrement caractéristique puisqu'il est voisin de 6000.

En résumé, *tous les alcools de vin et de fruit renferment naturellement de l'alcool méthylique.*

Ces résultats montrent que, pour une même variété de fruit, la nature du terrain, le climat et le cépage n'influencent pas sensiblement l'indice méthylique, qui varie essentiellement d'une catégorie d'alcool à l'autre.

Il constitue une donnée analytique nouvelle permettant de distinguer nettement les différentes catégories d'alcool.

PHYSIOLOGIE. — *L'utilisation digestive comparée des matières albuminoïdes chez diverses espèces animales.* Note de Mlle **Paule Lelu**, présentée par M. d'Arsonval.

Bien qu'extrêmement nombreuses, les déterminations du coefficient d'utilisation digestive des protéines n'ont point encore résolu la question de savoir si toutes les espèces animales utilisent, à un même degré, un même aliment protéique. Une observation relevée dans un travail de Terroine et Mlle Reichert (1) nous a amenée à penser qu'il pouvait bien n'en pas être ainsi : pour une alimentation presque identique (betterave ou salade, avec pommes de terre et son) le coefficient d'utilisation digestive est de 57, 69 et 74 chez le lapin, et de 90 et 91 chez le porc. Le porc semblerait avoir une utilisation digestive supérieure à celle du lapin.

Nous avons donc essayé de comparer systématiquement l'utilisation digestive de diverses matières albuminoïdes sur plusieurs espèces animales choisies parmi les représentants des principaux types physiologiques : omnivore (porc et rat), carnivore (chien), herbivore (lapin).

Les expériences ont toujours comporté trois périodes, chacune d'une durée de 5 à 7 jours : prépériode d'alimentation glucidique; période fondamentale d'alimentation azotée avec la protéine étudiée; postpériode glucidique.

---

(1) *Arch. Internat. Physiol.*, **32**, 1930, p. 391-415.

A tous les animaux, les aliments ont été administrés sous forme de bouillies, en une ration de composition toujours identique, apportant même nombre de calories, même quantité d'azote, de substances minérales et de vitamines, et ayant même teneur en eau.

Utilisant une technique, qui sera décrite dans un prochain Mémoire, il a été déterminé au cours de chaque période l'azote ingéré et l'azote absorbé.

A l'aide des valeurs obtenues, on a calculé tout d'abord le *coefficient brut* d'après la formule classique

$$\frac{\text{N ingéré} - \text{N rejeté}}{\text{N ingéré}} \times 100$$

et le *coefficient réel* d'après une nouvelle formule que nous proposons. Cette dernière tient compte non seulement de l'azote fécal métabolique, comme le veulent Mendel et Fine ([1]), mais aussi de l'azote accessoirement ingéré lors de l'alimentation glucidique. Elle est la suivante :

$$\frac{\overbrace{(\text{N ingéré protidique} - \text{N ingéré glucidique})}^{\text{N ingéré.}} - \overbrace{(\text{N fécal protidique} - \text{N fécal glucidique})}^{\text{N fécal.}}}{\underbrace{\text{N ingéré protidique} - \text{N ingéré glucidique}}_{\text{N ingéré.}}}$$

La publication de toutes nos données expérimentales sera faite dans un Mémoire plus étendu. Nous nous contentons de donner ci-dessous quelques résultats à titre d'exemples :

	Lait. Coefficients.		Farine de Pois. Coefficients.		Farine de Seigle. Cofficients.		Farine de Soja. Coefficients.	
	brut.	net.	brut.	net.	brut.	net.	brut.	net.
Porc......	91,3	96,7	91,3	95,9	88,9	94,2	85,5	89,6
Chien.....	85,4	95,4	63,4	79,4	61,5	71,9	58,7	80,6
Rat.......	80,0	96,4	54,9	77,1	62,2	65,6	44,9	68,6

Les nombreuses expériences entreprises sur le lapin n'ont pas abouti à des résultats concluants, cet animal supportant très mal l'alimentation offerte. Toutefois, lorsque exceptionnellement il s'y adapte, on peut obtenir des coefficients voisins de ceux ci-dessus rapportés.

Des observations faites, on peut dégager les conclusions suivantes :

1° *Variation de l'utilisation digestive en fonction de l'espèce animale.* —

([1]) *Journal of biol. Chem.*, 10, 1911, p. 303-326.

Le porc, espèce omnivore par excellence, présente des coefficients nettement supérieurs à ceux des autres espèces. Toutefois dans le cas du lait, Porc, Chien et Rat ont une utilisation digestive réelle tout à fait comparable. Pour les farines, le Chien vient après le Porc; puis vient le Rat avec des coefficients plus bas.

On peut imaginer que les différences interspécifiques d'utilisation digestive pour un même aliment sont dues, soit à une activité plus ou moins grande des sucs digestifs, soit à une différence dans la vitesse relative de la traversée digestive. Dans cet ordre d'idées, aucune conclusion précise ne peut être actuellement formulée.

2° *Valeur comparée de la digestibilité des matières protéiques étudiées.* — Le lait est l'aliment qui présente, en général, l'utilisation digestive la meilleure. Néanmoins, chez le Porc, on obtient des coefficients presque aussi élevés avec les farines de Pois et de Seigle. Chez les autres espèces, la farine de Pois se classe après le lait; viennent ensuite celles de Seigle et de Soja. Le classement auquel on aboutit est d'ailleurs le même pour toutes les espèces; seuls les écarts entre les coefficients sont plus ou moins grands; l'intervalle entre les valeurs extrêmes grandit quand on passe du Porc au Chien, puis au Rat.

PHYSIOLOGIE. — *Augmentation de la radio-résistance des protozoaires par la lécithine en solution colloïdale.* Note de MM. **B.-S. Levin** et **C. Piffault**, présentée par M. Achard.

L'un de nous, en collaboration avec I. Magat [1] et Iwo Lominski [2] a montré que, dans certaines conditions d'expérimentation la lécithine possédait une action antilytique, en particulier vis-à-vis de la saponine et du bactériophage.

La mort immédiate des Paramécies sous l'influence des rayons X s'accompagnant dans les conditions habituelles d'une lyse prononcée de ces protozoaires [3], nous avons voulu voir si celle-ci pouvait être également empêchée ou retardée par la présence de lécithine.

---

(1) B.-S. Levin et I. Magat, *C. R. Soc. Biol.*, 115, 1934, p. 142; 115, 1934, p. 1491; 115, 1934, p. 1619.

(2) B.-S. Levin et Iwo Lominski, *Comptes rendus*, 198. 1934, p. 989; *C. R. Soc. Biol.*, 115, 1934, p. 1220.

(3) A. Dognon et C. Piffault, *Revue d'Actinologie*, 6, v, 1931, p. 575.

Pour nos expériences nous avons utilisé un tube spécial démontable [1], établi pour les recherches biologiques et capable de fournir de grandes énergies roentgéniennes, amenant en quelques minutes la mort des paramécies. Les rayons ont été émis par une anticathode de chrome à travers une fenêtre d'aluminium de 15^{μ} d'épaisseur sous tension de 12000 volts, et l'échauffement de la préparation a été évité grâce au refroidissement des parois du tube et de l'anticathode par circulation d'eau.

Différentes souches de *Paramæcium aurelia*, cultivées sur extrait de laitue, ont été employées. Chaque irradiation a été pratiquée dans des petites cuvettes de 1^{mm} d'épaisseur, en goutte pendante renfermant au moins 30 individus.

Avec les caractéristiques indiquées ci-dessus, le temps de mort immédiate des témoins était de 13 minutes, quand l'intensité traversant le tube atteignait 15 mA. Elle montait à 19 minutes si l'intensité n'était que de 10 mA, et s'élevait à 65 minutes pour 3 mA. Ces chiffres sont des moyennes, basées sur de nombreuses expériences.

Les animaux d'épreuve étaient placés dans des dilutions différentes de lécithine colloïdale préparée à partir de jaune d'œuf et à l'abri de l'air. La solution mère tyndalisée était composée ainsi :

Lécithine exempte de cholestérine	10^{g}
Glycérine purifiée	8^{g}
Eau bidistillée	82^{cm^3}

Toute préparation dont la concentration en lécithine était supérieure à 1/200e se montra toxique. Aussi n'en avons-nous utilisé que de plus étendues, nous limitant arbitrairement au taux de 1 pour 1000.

Au début la préparation lactescente était parcourue par des paramécies d'aspect normal. Mais progressivement le milieu s'éclaircissait, tandis que les infusoires prenaient une teinte plus foncée en ralentissant leurs mouvements. Puis ils reprenaient peu à peu leur transparence et leur mobilité habituelle.

La faible absorption du rayonnement par la lécithine dans la solution était insuffisante pour apporter des modifications appréciables aux résultats obtenus, qui tous montraient une augmentation de la radio-résistance chez les sujets lécithinés.

---

(1) A. Dognon et C. Piffault, *Arch. d'Électricité médicale*, 41, 587, 1933, p. 195.

Deux facteurs importants nous ont paru conditionner cette augmentation dans les conditions où nous avons expérimenté : 1° la durée de contact des paramécies avec la lécithine avant l'irradiation ; 2° la concentration de la lécithine dans le milieu.

En effet, les animaux mis dans une solution contenant de la lécithine à 1/400ᵉ et irradiés immédiatement présentaient, par rapport aux témoins soumis au même rayonnement, une survie de 15 pour 100, alors que celle-ci atteignait 80 pour 100 si le milieu contenait 1/300ᵉ de lécithine.

Après 3 jours de contact avec une solution lécithinée au 1/600ᵉ les paramécies ne mouraient qu'après avoir reçu une dose trois fois et demie supérieure à celle nécessaire pour tuer les témoins. La même culture continua à montrer un comportement identique encore pendant 8 jours, et il en était de même pour toute autre culture, dont la concentration en lécithine restait dans les limites que nous avons choisies (de 1/300ᵉ à 1/1000ᵉ).

Peu à peu la différence de résistance entre les animaux lécithinés et les témoins baissait à mesure que le milieu se clarifiait et après 22 jours de contact les paramécies lécithinées n'avaient plus que 30 pour 100 de résistance supplémentaire.

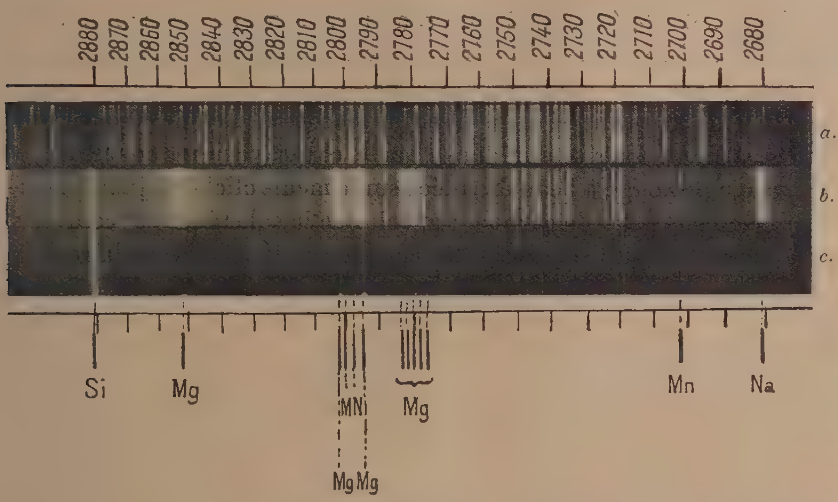
Les paramécies irradiées ne montraient pas seulement une augmentation de la résistance vis-à-vis de l'action des rayons X, mais aussi leur comportement était différent de celui des témoins. Ceux-ci présentaient d'abord un aspect normal, puis après un stade d'excitation avec mouvements de va-et-vient, éclataient sans rien garder de leur structure primitive à un point, tel que souvent ils étaient comme pulvérisés. Les paramécies lécithinées, au contraire, mouraient en gardant leur structure habituelle.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude spectrographique de la bile de bœuf*. Note (¹) de MM. **Cl. Gautier** et **R. Ricard**, présentée par M. Ch. Achard.

L'examen spectrographique des tissus et des liquides de l'homme, des animaux et des plantes n'est encore qu'à ses débuts. En outre, lorsqu'on saura, par ce procédé, pratiquer des dosages précis, une grande simplifica-

(¹) Séance du 23 mai 1934.

tion des méthodes de laboratoire aura été réalisée, et un immense progrès deviendra possible dans beaucoup de questions encore obscures de la biologie. Mais il importe d'abord de réunir des documents. Le présent travail a pour sujet l'examen spectrographique qualitatif de la bile de bœuf. On en rapprochera les résultats de ceux fournis à divers auteurs par les méthodes



a, spectre de comparaison, arc au fer ; *b*, électrodes C + substance 15 amp., 1 minute : *c*, électrodes *c* seules. 15 amp., 1 minute.

Na : 2680,5 raie intense, diffuse.
Mn : 2704,0 raie caractéristique.
2794,9 difficilement visible sur cette reproduction à cause de la raie intense 2796,6 du Mg.
2798,3 } raies intenses, caractéristiques. On les retrouve dans le spectre d'arc du fer qui sert
2801,1 } de spectre de comparaison.
Mg : 2776,8 }
2778,4 } Ce groupe de 5 raies, absolument caractéristique, indique la présence d'une assez
2779,9 } grande quantité de magnésium.
2781,5 }
2783,1 }
2796,6 } Ces trois raies sont les plus intenses du spectre du Mg, elles se prolongent dans le
2802,9 } spectre des électrodes; celles-ci en effet contiennent un peu de Mg; la différence
2852,2 } considérable d'intensité dans les deux spectres ne laisse aucun doute sur la présence du Mg.
Si : 2881,7 raie aussi intense dans les deux spectres.
Fe : nombreuses raies, moins intenses dans le spectre des électrodes seules.

chimiques, longues et délicates lorsqu'elles s'appliquent à la recherche de substances n'existant parfois qu'à l'état de traces.

Technique. — Les vésicules, le canal lié, sont apportées au laboratoire

aussitôt après l'abatage. Avec une pointe de ciseaux, on pique la paroi et l'on fait jaillir un peu de bile qu'on rejette. Puis, dans une éprouvette bien nettoyée à l'acide chlorhydrique pur, concentré, et ensuite à l'eau distillée, on récolte 10^{cm^3} de bile qu'on verse dans une capsule de platine de 60^{cm^3} convenablement préparée. La capsule un peu inclinée sur un triangle en terre de pipe est chauffée latéralement, à peu près à hauteur du niveau du liquide, ce qui permet d'évaporer la bile sans formation de mousse, facilement débordante. On calcine à cendres noires, en évitant l'inflammation des fumées dégagées vers la fin de l'opération.

L'examen est pratiqué dans l'arc au carbone. Les électrodes ont été purifiées par un long séjour dans l'acide chlorhydrique concentré, suivi d'un lavage prolongé à l'eau distillée; sur le même cliché on juxtapose : 1° le spectre des électrodes de carbone; 2° celui de la substance; 3° celui de l'arc au fer, pour comparaison. Dans les cendres de la bile vésiculaire de bœuf nous avons décelé les éléments suivants : Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Al, P. Les quatre premiers éléments sont assez abondants, ainsi que le phosphore. Le fer et le manganèse sont nettement caractérisés par un assez grand nombre de raies, le fer étant probablement plus abondant. Enfin le cuivre et l'aluminium n'existent qu'à l'état de traces. La bile paraît donc être un émonctoire pour plusieurs éléments introduits par l'alimentation ou provenant (dans quelles proportions ?) de certains tissus de l'organisme. En particulier elle élimine du manganèse, Or, dans leurs recherches spectrographiques avec le manganèse ingéré ou injecté, We. Gerlach et Werthemann ont noté que cet élément ne s'élimine pas par les urines, mais en abondance par les matières fécales. L'abondance du manganèse dans les excréments avait été déjà mise en évidence par E. Maumené qui fut le premier à signaler la fréquence de cet élément chez les êtres vivants.

Nous reproduisons la photographie de la région du spectre où nous avons caractérisé dans la bile de bœuf Mg et Mn.

---

(1) *Comptes rendus*, **98**, 1884, p. 1416.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Appréciation de la quantité de phlorhizine dans le foie et les reins après injection intraveineuse chez le Chien.* Note [1] de M. **Albert Lambrechts**, présentée par M. G. Urbain.

Jusqu'à présent, nous avons pu doser, grâce à la méthode de spectrographie ultraviolette, la phlorhizine dans le plasma, le sérum et le sang total [2]. Poursuivant la recherche qualitative et quantitative de ce glycoside dans les milieux complexes, nous venons d'élaborer une technique de dosage dans les tissus. Nous l'avons appliquée au foie et aux reins.

1° *Technique.* — Le tissu à analyser est pesé à l'état frais. D'habitude, on emploie 10^g. Le tissu est haché, puis broyé au mortier avec du sable purifié jusqu'à l'obtention d'une bouillie relativement homogène. La précipitation des protéines et l'extraction se fait par 30^{cm^3} d'alcool éthylique (optiquement vide). Le filtrat est traité par 60^{cm^3} d'éther sulfurique, ce qui produit un trouble marqué. Le nouveau filtrat est évaporé à siccité à l'étuve à 57°. Le résidu est repris par 10^{cm^3} d'alcool sodé et spectrographié comme d'habitude.

Dans ces conditions, le coefficient d'extinction ε de la phlorhizine est de 33500, le même que celui utilisé dans la méthode de dosage dans le sang total. La phlorhizine, additionnée à la bouillie tissulaire puis extraite, n'est retrouvée que partiellement dans le dosage : 70 à 80 pour 100 de la quantité additionnée sont récupérés.

2° *La concentration de phlorhizine dans le foie et le rein chez le Chien.* — La phlorhizine est administrée uniquement par injection intraveineuse, à dose de 30^{mg} environ par kilogramme d'animal. Le chien est tué par saignée un certain temps après l'injection; on prélève à ce moment le rein et le foie. Jusqu'à présent nos dosages n'ont pas porté sur des organes prélevés plus de 1 heure 20 minutes après l'injection de phlorhizine.

Expérience A. — Chien de $8^{kg},5$. Injection de 250^{mg} phlorizine. Reins, foie, sang et muscles prélevés 25 minutes après. Plasma : valeur calculée d'après les expériences antérieures, 48^{mg} pour 1000. Valeur trouvée : 47^{mg} pour 1000, Foie : 154^{mg} par kilogramme de foie. Quantité dans le foie pesant 185^g : $28^{mg},5$. Reins : 160^{mg} par kilogramme de rein. Les deux reins pèsent 45^g et contiennent 7^{mg} environ.

---

(1) Séance du 30 avril 1934.

(2) *C. R. Soc. Biol.*, **113**, 1933, p. 1554; A. L. et Barac, *ibid.*, **114**, 1934, p. 1362.

Expérience B. — Chien de $12^{kg},5$, 350^{mg} de phlorhizine dans la veine fémorale. Tué $1^h 20^m$ après l'injection. Prélèvement du sang, du foie, des reins, des muscles. Plasma : valeur calculée 19^{mg} pour 1000. Concentration trouvée 18^{mg} pour 1000. Foie : 29^{mg} par kilogramme de foie. Le foie pèse 250^g, contient donc 7^{mg} environ. Rein : 21^{mg} par kilogramme de rein. Les deux reins pèsent 52^g et contiennent 1^{mg} environ.

Ces chiffres comportent une certaine imprécision pour plusieurs raisons : impossibilité de faire un extrait témoin, tissus frais contenant du sang, de la bile, de l'urine.

Dans le rein notamment il y a très probablement de la phlorhizine déjà éliminée dans l'urine. Une méthode de dosage dans l'urine est à l'étude.

Ces expériences montrent, après injection intraveineuse, la présence de phlorhizine dans le foie et les reins en quantité rapidement décroissante. En pleine glycosurie cette quantité est relativement faible, comme le faisaient prévoir pour les reins nos expériences relatives au dosage de la phlorhizine dans le plasma chez l'animal avec et sans reins. Ces quantités semblent, à première vue, très inférieures aux concentrations nécessaires pour inhiber les processus de phosphorylation (Lundsgaard).

3° *Résumé.* — Il est possible par la méthode de spectrographie ultraviolette de déceler et de doser la phlorhizine dans le foie et les reins. La concentration qu'on y trouve est assez faible, et elle diminue rapidement.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'étiologie microbienne du cancer.* Note (1) de M. Rappin, présentée par M. A. Gosset.

A propos de la Communication récente de MM. Besredka et Gross sur la nature du principe pathogène des tumeurs malignes (2), dans laquelle les auteurs concluent que ce principe n'est autre qu'un virus répandu dans la nature comme l'est le staphylocoque, par exemple, mais plus fragile que ce dernier, je rappellerai ici que, dans toute la suite de mes travaux et de mes recherches, poursuivis depuis 1881 sur l'étiologie des cancers, je n'ai cessé de décrire comme cause de cette infection un microcoque que j'ai considéré comme un staphylocoque. Tous les caractères et la biologie de cette variété particulière ont été étudiés et présentés par moi dans de nom-

(1) Séance du 28 mai 1934.

(2) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1460.

breuses publications, et les recherches nouvelles de MM. Besredka et Gross viennent donc apporter une véritable confirmation à mes observations.

MM. **A. L. Tchijevsky** et **L. L. Vassiliev** adressent une Note sur *L'action physiologique des aéroions et l'électroéchange*.

A 15h 40m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *P. Bazy* :

En première ligne	M. **J.-L. Faure**.
En seconde ligne ex æquo *par ordre alphabétique*	MM. **Maurice Chevassu**, **Pierre Duval**, **Henri Hartmann**, **Georges Marion**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17h 30m.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 16 avril 1934.)

Note de M. et M[me] *Gilbert S. Adair* et M. et M[me] *Jean Roche*, Recherches sur la pression osmotique et sur le poids moléculaire des hémocyanines :

Page 1457, tableau, ligne 1 de la colonne 3, *au lieu de* 4,63, *lire* 2,63.

Page 1458, ligne 2, *au lieu de*

$$p = \Phi . 10 . \mathrm{RT} . \mathrm{C}/\mathrm{M} = 170.330 \Phi \mathrm{C}/\mathrm{M},$$

lire

$$p = 10 \Phi \mathrm{RT}\, c/\mathrm{M} = 170\,330 \Phi c/\mathrm{M}.$$

(Séance du 23 mai 1934.)

Note de M. *R. Sutra*, Dégradation de l'amidon :

Page 1863, ligne 5 à partir du bas, *au lieu de* et $[\alpha]_{542} = +380°$, *lire* $[\alpha]_{546} = +233°$ et $[\alpha]_{436} = +380°$.